

TRATAMENTO GEOESTATÍSTICO DOS DADOS PROVENIENTES DA PROSPECÇÃO GEOELÉTRICA. O CASO DE ESTUDO DE KAJOL – PERU

JOANA RICA LARANJO LOPES

Dissertação submetida para satisfação dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA DE MINAS E GEO-AMBIENTE

Orientador: Professor Doutor Joaquim Eduardo Sousa Góis

Coorientador: Professor Doutor Nuno Bravo de Faria Cruz

Dezembro de 2013

MESTRADO EM ENGENHARIA DE MINAS E GEO-AMBIENTE 2012/2013

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

Tel. +351-22-508 196

Fax +351-22-508 1448

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

URL: <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado em Engenharia de Minas e Geo-Ambiente - 2012/2013- Departamento de Engenharia de Minas e Geo-ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

AGRADECIMENTOS

*“The eye sees only what the mind is prepared to
comprehend”*

Henry Bergson

Este trabalho final é o culminar de vários anos de estudo, nos quais muitas dificuldades foram ultrapassadas graças ao apoio de uma panóplia de pessoas que cruzaram o seu caminho com o meu. Todo o apoio foi imprescindível para que a conclusão deste projeto fosse exequível.

Ao Eng.º Góis, orientador da presente tese, que me proporcionou apoio e conhecimento científico, ofereceu críticas construtivas e paciência quando já era complicado acreditar na finalização desta prova de mestrado. A sua motivação foi incansável.

À empresa MotaEngil, em especial ao Eng.º Nuno Cruz, Eng.º Jorge Cruz e Eng.º João José Branco, pela constante disponibilidade de material e tempo para clarificação de dúvidas e reuniões, em especial pelo entusiasmo exibido.

Ao professor José Feliciano pela incansável ajuda no entendimento e recordação de toda a geologia envolvida no estudo prestado ao longo desta prova.

A todos os professores do Departamento de Engenharia de Minas, que durante todo o meu percurso académico me apoiaram e incentivaram a ir mais longe.

Aos amigos que foram feitos todos os anos e me acompanharam todos os dias e todos os serões de estudo, tanto em brincadeiras como em desabafos:

À Ana Silva, companheira diária deste ultimo ano, sem a qual não teria sido possível passar por tantas horas de estudo e aulas.

Ao Miguel Moreira que sempre me ouviu e ajudou a ser melhor, apoiou durante tantos anos com os seus conselhos sábios.

A todos os outros sem os quais estes anos académicos não teriam passado de aulas e estudo, dos quais destaco Bruno Costa, Lara Mendes, Isaura Pinto, Miguel Mendanha, Francisco Leite, João Maia, Gustavo Alves, entre muitos outros.

À Maria Rosa Carvalho e ao Ricardo Barros por muito me ajudarem e apoiarem quando eu própria já não acreditava em mim. Todo o tempo ao meu lado e todas as conversas foram essenciais para me tornar melhor e aprender a não desistir. Obrigada pelo refúgio que me proporcionaram que muito foi necessário nestes últimos anos. Sem vocês teria sido muito complicado. Obrigada pelo amor todo, Rosa durante 10 anos, nos quais me ensinaste e viste crescer e cometer erros mas sem nunca deixar de acreditar em mim; Ricardo durante os três últimos anos deste longo percurso académico, nos quais me mostraste como ser melhor e começar a acreditar em mim, nos quais me deste amor, carinho e amizade. Agradeço-vos muito por tudo.

Por fim, mas tão ou mais importante, à minha família.

À minha mãe pela sua incansável paciência durante todas as dores, zangas e sorrisos. Eu sei que sempre quiseste o meu melhor e todas as regras e cobranças foram para me incentivarem. Ao meu pai por todo o apoio e colo mesmo quando não sabias porque o necessitei. Obrigado por acreditarem em mim e me incentivarem a terminar este longo percurso.

Ao meu irmão, em especial, por seres a pessoa que me fez querer ser melhor. Mesmo sem saberes sempre foste a pessoa que mais admirei e todas as discussões e zangas só serviram para eu fazer melhor e teres orgulho em mim. Tudo o que realizei foi tão bom graças a ti.

E como existem sempre muitas pessoas a contribuir, agradeço a todos. Podem não estar aqui mencionadas, mas não deixaram de existir no coração.

Obrigada a todos.

RESUMO

O propósito deste trabalho consiste na utilização de modelos geomatemáticos, no âmbito das técnicas geoestatística, para o tratamento de dados provenientes da prospeção geoeletrica. A variável que foi objeto de análise, consiste na resistência que os terrenos atravessados oferecem à passagem de uma corrente elétrica introduzida nos solos.

Embora os métodos Geoeletricos invocados nesta tese sejam, desde há muito, do conhecimento comum, o uso que deles é feita neste caso de estudo implicam a sua utilização para grandes profundidades o que necessariamente acarreta o trilhar de caminhos pouco explorados.

Com base em diferentes formas de organização da informação disponível, procurou-se obter diversos modelos de distribuição espacial da variável regionalizada em estudo – resistividade aparente - em diferentes planos de representação e de profundidade.

As diferentes representações espaciais obtidas contribuem, de forma decisiva, para a interpretação do comportamento da variável resistividade quer em profundidade, quer quando num mesmo plano, a sua variabilidade em diferentes áreas de estudo.

Palavras-chave: Prospeção Geoeletrica, Resistividade, Geoestatística, Variografia, Krigagem

ABSTRACT

The purpose of this dissertation lies on the use of geomathematical models, in the context of geostatistical techniques, for the treatment of data from the geoelectric prospecting. The variable which was the object of analysis is the resistance that the terrain offer to the passage of an electric current introduced into the ground.

Despite the fact that Geoelectric methods invoked in this thesis have long been of common knowledge, its use done in this paper imply its application in superior depths which necessarily entails the tread of unexplored paths.

Based on different forms of organizing the available information, we sought to obtain several spatial distribution models of the regionalized variable in study – resistivity – at different representation levels and depths.

The different spatial representations obtained contribute decisively to the interpretation of the behavior of the variable resistivity either in depth or, when in the same plane, their variability in different areas of study.

Key Words: Geoelectric prospecting, Resistivity, Geostatistics, Variogram, Kriging

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xv
Abreviaturas	xvii
Capítulo 1 Introdução	1
1.1 Enquadramento e Objetivos	1
1.2 Estrutura da Tese	2
Capítulo 2 Caracterização Geológica da Área em Estudo	5
2.1 Localização Geográfica.....	5
2.2 Enquadramento Geotectónico	7
2.3 Evolução Tectónica da Geologia Regional	9
2.4 Geologia da área de estudo.....	10
Capítulo 3 Métodos Geoeletricos: Breve Enquadramento Teórico	13
3.1 Considerações Gerais	13
3.2 Método da Eletroresistividade (ER).....	14
3.3 Técnicas de aquisição de Dados.....	18
Capítulo 4 Metodologia para a Obtenção e Tratamento de Dados	23
4.1 Considerações Gerais	23
4.2 Definição da área de amostragem	24
4.3 Equipamento.....	27
4.4 Breve descrição estatística dos dados.....	29
Capítulo 5 Tratamento Geoestatístico dos Dados	33
5.1 Considerações Gerais	33
5.2 Breve Introdução aos Fundamentos Geoestatísticos	35
5.3 Variografia	40
5.3.1 Variogramas experimentais vs Variograma Teórico – Blocos de Amostragem de prospecção	41
5.3.2 Variogramas experimentais vs Variograma Teórico – Tiros de Injeção	44

5.3.3	Variogramas experimentais vs Variograma Teórico – Profundidade.....	50
5.4	Krigagem.....	55
5.4.1	Modelo de Dispersão Espacial – Blocos de Amostragem	59
5.4.2	Modelo de Dispersão Espacial – Tiros de Injeção.....	60
5.4.3	Modelo de Dispersão – Profundidade.....	64
Capítulo 6	Conclusões.....	71
6.1	Considerações Gerais	71
6.2	Perspetivas Futuras.....	72
Bibliografia	.....	73
Anexo A	.....	75
Anexo B	.....	109
Anexo C	.....	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização Geográfica do Peru (Fonte: Nsocial, 2011).....	6
Figura 2: Sul do Peru (Fonte: Inkacola).....	6
Figura 3: Placas de Nazca e Sul-Americana (Fonte: Wikipedia)	7
Figura 4: Divisão Morfoestrutural regional da zona em Estudo (Fonte: INGEMMET, Carta Geológica Nacional: Boletim 55)	8
Figura 5: Mapa Geológico do Local em Estudo (Escala 1:100000; Carta 35S; Fonte: INGEMMET)	10
Figura 6: Aproximação Mapa Geológico do Local em Estudo (Aproximação da original; Carta 35S; Fonte: INGEMMET)	11
Figura 7. Legenda dos mapas anteriores	11
Figura 8: Esquema de campo para o Arranjo Schlumberger (Fonte: unesp)	18
Figura 9: Esquema de campo para o Arranjo Wenner (Fonte: unesp).....	19
Figura 10: Esquema de campo para o Arranjo Dipolo-Dipolo (Fonte: unesp)	19
Figura 11. Esquema de configurações eletrodicas dipolares. a) SDD axial; b) Sdd equatorial; c) Sdd azimutal	20
Figura 12: Esquema de campo para o Arranjo Pólo-Dipolo (Fonte: Scielo)	21
Figura 13: Esquema de campo para o Arranjo Gradiente (Fonte: Scielo).....	21
Figura 14: Área de Amostragem definida, linhas vermelhas como limite, linhas azuis como locais de amostragem (Fonte: MotaEngil)	24
Figura 15: Esquema demonstrativo da implementação de coordenadas na malha de amostragem (Fonte: Adaptado de MotaEngil)	25
Figura 16: Vip 10000 (Fonte: MotaEngil).....	28
Figura 17: ELREC PRO (Fonte: MotaEngil)	28
Figura 18. Representação figurativa de um fenómeno espacial Isotrópico	36
Figura 19. Representação figurativa de um fenómeno espacial Anisotrópico.....	37
Figura 20. Relação entre função Covariância e Função Variograma (Fonte:www.minetechint.com)	38
Figura 21. Esquema representativo de um semivariograma (Fonte: Lourenço, 2005).....	39
Figura 22. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Bloco 2 de amostragem	42
Figura 23. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Bloco 3 de amostragem	42

Figura 24. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Bloco 4 de amostragem	43
Figura 25. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Bloco 5 de amostragem	43
Figura 26. Esquema ilustrativo	46
Figura 27. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiro 1 (Tx2.1, Tx3.1, Tx4.1 e Tx5.1)	47
Figura 28. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiro 5 (Tx2.5, Tx3.5, Tx4.5 e Tx5.5)	47
Figura 29. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiro 10 (Tx2.10, Tx3.10, Tx4.10 e Tx5.10)	47
Figura 30. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiro 15 (Tx2.15, Tx3.15, Tx4.15 e Tx5.15)	48
Figura 31. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiro 20 (Tx2.20, Tx3.20, Tx4.20 e Tx5.20)	48
Figura 32. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiro 25 (Tx2.25, Tx3.25, Tx4.25 e Tx5.25)	48
Figura 33. Esquema ilustrativo de obtenção de profundidades	50
Figura 34. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 55.9 m	52
Figura 35. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 182 m	52
Figura 36. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 230.5 m	52
Figura 37. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 378 m	53
Figura 38. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 427.9 m	53
Figura 39. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 626.9 m	53
Figura 40. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 726.7 m	54
Figura 41. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 876 m	54

Figura 42. Interpolação ou Krigagem, dependendo da obtenção de variograma (Fonte: Degus)	56
Figura 43. Escala de Resistividades (Ohm.m).....	59
Figura 44. Mapa Comportamento Bloco 5.....	59
Figura 45. Mapa Comportamento Bloco 4.....	59
Figura 46. Mapa Comportamento Bloco 3.....	59
Figura 47. Mapa Comportamento Bloco 2.....	60
Figura 48. Mapa Comportamento Tiro 1 (Tx2.1, Tx3.1, Tx4.1 e Tx5.1)	61
Figura 49. Mapa Comportamento Tiro 5 (Tx2.5, Tx3.5, Tx4.5 e Tx5.5)	61
Figura 50. Mapa Comportamento Tiro 10 (Tx2.10, Tx3.10, Tx4.10 e Tx5.10)	62
Figura 51. Mapa Comportamento Tiro 15 (Tx2.15, Tx3.15, Tx4.15 e Tx5.15)	62
Figura 52. Mapa Comportamento Tiro 20 (Tx2.20, Tx3.20, Tx4.20 e Tx5.20)	63
Figura 53. Mapa Comportamento Tiro 25 (Tx2.25, Tx3.25, Tx4.25 e Tx5.25)	63
Figura 54. Esquema metodológico do tratamento dos dados de resistividades em profundidade	64
Figura 55. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 55,9m	65
Figura 56. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 182m	65
Figura 57. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 230,5m	66
Figura 58. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 378m	66
Figura 59. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 427,9m	67
Figura 60. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 626,9m	67
Figura 61. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 726,7m	68
Figura 62. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 876m	68
Figura 63. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 2 (Tx2.2, Tx3.2, Tx4.2 e Tx5.2).....	109
Figura 64. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 3 (Tx2.3, Tx3.3, Tx4.3 e Tx5.3).....	109
Figura 65. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 4 (Tx2.4, Tx3.4, Tx4.4 e Tx5.4).....	109
Figura 66. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 6 (Tx2.6, Tx3.6, Tx4.6 e Tx5.6).....	110
Figura 67. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 7 (Tx2.7, Tx3.7, Tx4.7 e Tx5.7).....	110
Figura 68. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 8 (Tx2.8, Tx3.8, Tx4.8 e Tx5.8).....	110

Figura 69. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 9 (Tx2.9, Tx3.9, Tx4.9 e Tx5.9).....	111
Figura 70. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 11 (Tx2.11, Tx3.11, Tx4.11 e Tx5.11).....	111
Figura 71. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 12 (Tx2.12, Tx3.12, Tx4.12 e Tx5.12).....	111
Figura 72. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 13 (Tx2.13, Tx3.13, Tx4.13 e Tx5.13).....	112
Figura 73. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 14 (Tx2.14, Tx3.14, Tx4.14 e Tx5.14).....	112
Figura 74. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 16 (Tx2.16, Tx3.16, Tx4.16 e Tx5.16).....	112
Figura 75. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 17 (Tx2.17, Tx3.17, Tx4.17 e Tx5.17).....	113
Figura 76. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 18 (Tx2.18, Tx3.18, Tx4.18 e Tx5.18).....	113
Figura 77. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 19 (Tx2.19, Tx3.19, Tx4.19 e Tx5.19).....	113
Figura 78. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 21 (Tx2.21, Tx3.21, Tx4.21 e Tx5.21).....	114
Figura 79. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 22 (Tx2.22, Tx3.22, Tx4.22 e Tx5.22).....	114
Figura 80. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 23 (Tx2.23, Tx3.23, Tx4.23 e Tx5.23).....	114
Figura 81. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 24 (Tx2.24, Tx3.24, Tx4.24 e Tx5.24).....	115
Figura 82. Mapa Comportamento Tiro 2 (Tx2.2, Tx3.2, Tx4.2 e Tx5.2).....	117
Figura 83. Mapa Comportamento Tiro 3 (Tx2.3, Tx3.3, Tx4.3 e Tx5.3).....	117
Figura 84. Mapa Comportamento Tiro 4 (Tx2.4, Tx3.4, Tx4.4 e Tx5.4).....	118
Figura 85. Mapa Comportamento Tiro 6 (Tx2.6, Tx3.6, Tx4.6 e Tx5.6).....	118
Figura 86. Mapa Comportamento Tiro 7 (Tx2.7, Tx3.7, Tx4.7 e Tx5.7).....	119
Figura 87. Mapa Comportamento Tiro 8 (Tx2.8, Tx3.8, Tx4.8 e Tx5.8).....	119
Figura 88. Mapa Comportamento Tiro 9 (Tx2.9, Tx3.9, Tx4.9 e Tx5.9).....	120
Figura 89. Mapa Comportamento Tiro 11 (Tx2.11, Tx3.11, Tx4.11 e Tx5.11).....	120

Figura 90. Mapa Comportamento Tiro 12 (Tx2.12, Tx3.12, Tx4.12 e Tx5.12)	121
Figura 91. Mapa Comportamento Tiro 13 (Tx2.13, Tx3.13, Tx4.13 e Tx5.13)	121
Figura 92. Mapa Comportamento Tiro 14 (Tx2.14, Tx3.14, Tx4.14 e Tx5.14)	122
Figura 93. Mapa Comportamento Tiro 16 (Tx2.16, Tx3.16, Tx4.16 e Tx5.16)	122
Figura 94. Mapa Comportamento Tiro 17 (Tx2.17, Tx3.17, Tx4.17 e Tx5.17)	123
Figura 95. Mapa Comportamento Tiro 18 (Tx2.18, Tx3.18, Tx4.18 e Tx5.18)	123
Figura 96. Mapa Comportamento Tiro 19 (Tx2.19, Tx3.19, Tx4.19 e Tx5.19)	124
Figura 97. Mapa Comportamento Tiro 21 (Tx2.21, Tx3.21, Tx4.21 e Tx5.21)	124
Figura 98. Mapa Comportamento Tiro 22 (Tx2.22, Tx3.22, Tx4.22 e Tx5.22)	125
Figura 99. Mapa Comportamento Tiro 23 (Tx2.23, Tx3.23, Tx4.23 e Tx5.23)	125
Figura 100. Mapa Comportamento Tiro 24 (Tx2.24, Tx3.24, Tx4.24 e Tx5.24)	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quadro síntese de Resistividades em função do tipo de material ou meio geológico.....	17
Tabela 2. Coordenadas militares e Comprimentos dos Perfis de Resistividade (Fonte:MotaEngil)	26
Tabela 3. Pequeno excerto dos dados obtidos.....	29
Tabela 4. Estatísticos básicos para os blocos.....	30
Tabela 5. Estatísticos básicos para profundidades	31
Tabela 6. Síntese dos Modelos Teóricos Ajustados e respectivos parâmetros (blocos)	43
Tabela 7. Pequeno excerto do tratamento dos dados	45
Tabela 8. Síntese dos Modelos Teóricos Ajustados e respectivos parâmetros (tiros)	49
Tabela 9. Síntese dos Modelos dos Variogramas Teóricos Ajustados e respectivos parâmetros	54
Quadro 6. Dados Bloco 2.....	75
Quadro 7. Dados Bloco 3.....	83
Quadro 8. Dados Bloco 4.....	91
Quadro 9. Dados Bloco 5.....	100

ABREVIATURAS

MG – Método Geofísico

ER – Eletrorresistividade

SEV – Sondagens Elétricas Verticais

IP – Polarização Induzida

CC – Corrente Contínua

V.R. – Variável Regionalizada

F.A. – Função Aleatória

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

*There is only one good, which is knowledge, and one evil, which is ignorance.
The learning and knowledge that we have, is, at the most,
but little compared to that of which we are ignorant.
Platão*

1.1 ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

A prospeção geofísica é parte integrante do estudo da Terra. É uma ciência que tem por objetivo investigar certas propriedades e aspetos da crosta terrestre que embora não visíveis, podem ocorrer, tais como por exemplo falhas, sinclinais e anticlinais, zonas mineralizadas, etc.

A prospeção não é algo realizado isoladamente, mas sim uma parte de uma panóplia de trabalhos de reconhecimento e avaliação de uma certa área, cuja finalidade poderá ser a pesquisa de depósitos minerais com valor económico.

A prospeção geofísica engloba muitos métodos distintos para chegar ao mesmo fim. No âmbito desta dissertação, o método aplicado e referenciado será o método elétrico da resistividade.

Este método desenvolve-se com base no estudo do campo elétrico, criado artificialmente a partir da injeção de uma corrente elétrica no terreno e relacionando-a com as características geológicas do local. Desta forma, determina-se a resistividade elétrica dos terrenos, sujeitos à prospeção, em vários pontos da superfície e segundo uma dada profundidade.

Nesta dissertação foram estudados valores de resistividade numa região do Peru, de modo a tentar investigar a eventual existência de corpos mineralizados, o seu local de ocorrência, a sua forma e a sua profundidade.

A modelização da dispersão espacial dos registos obtidos nas campanhas de prospeção, recorreu às ferramentas geoestatísticas de análise de correlação espacial (variografia) e de interpolação (krigagem).

1.2 ESTRUTURA DA TESE

A metodologia geral adotada na elaboração desta dissertação poder-se-á, muito telegraficamente, resumir aos seguintes itens:

- Recolha de documentação relativamente ao enquadramento geológico da região;
- Pesquisa e esclarecimento acerca dos conceitos envolvidos na prospeção geoelétrica;
- Análise e tratamento geoestatístico dos dados obtidos a partir das campanhas geoelétrica efetuadas.

No capítulo inicial, é feita uma breve descrição da geologia regional, focando-se a evolução tectónica desde os primórdios até à atualidade assim como a geotectónica responsável pelas formações atuais existentes no Peru.

No capítulo 3 é realizado um enquadramento teórico sobre a geofísica aplicada pela empresa MotaEngil de forma a abrir portas para o capítulo seguinte, onde é descrita a metodologia adotada para recolha de dados de resistividade (vidi capítulo 4).

O capítulo com mais ênfase é o capítulo 5 onde é feita uma análise exaustiva da informação disponível. As análises são realizadas a partir de diferentes abordagens de modo a se chegar a uma maior compreensão dos fenómenos em estudo. Para esse propósito, é utilizada a Geoestatística, com a realização da variografia e da Krigagem de modo a tentar esclarecer-se como os dados estão relacionados espacialmente entre si e inferir valores de resistividade em locais onde não foi possível amostrar. Neste capítulo são também representados mapas demonstrativos de isoresistividades, de modo a identificar-se, visualmente, os locais de maior interesse.

Finalmente, efetuou-se uma conclusão de todo o trabalho e perspetivaram-se alguns trabalhos futuros passíveis de aprofundar o estudo agora iniciado.

CAPITULO 2

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA EM ESTUDO

*“Un Perú con todo, como una nación en permanente formación,
donde la tradición sólo tiene sentido si flamea
en el corazón de los hombres”*

Marco Gerardo Matos

2.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

O Peru encontra-se localizado na região ocidental/central da América do Sul (UTM N7970840.422; E552505.422; ZONA 18). O território peruano estende-se por uma área de aproximadamente 1300000 km² e é habitualmente subdividida em três regiões. A região costeira a oeste, a região da Cordilheira dos Andes e a região das florestas amazônicas a leste que ocupa cerca de 60% da área total do país (Figura 1).

Na Cordilheira Blanca, que é uma subcordilheira dos Andes e que atravessa longitudinalmente o país, encontra-se o pico mais alto do Peru com uma altura de 6768 m e a zona mais profunda localiza-se perto da cidade de Arequipa, no sul do Peru, e é o desfiladeiro de Cotahuasi. Peru é o terceiro país com mais território da América do Sul.

A zona que se irá estudar ao longo desta tese situa-se no sul do Peru na formação Arequipa (Figura 2) a uma altitude entre os 600 e 700 metros.



Figura 1: Localização Geográfica do Peru (Fonte: Nsocial, 2011)



Figura 2: Sul do Peru (Fonte: Inkacola)

2.2 ENQUADRAMENTO GEOTECTÓNICO

A área em análise neste trabalho situa-se no Peru na borda ocidental/central da América do Sul, junto à costa e as placas litosféricas responsáveis pelas formações geológicas que se irão estudar são as Placas de Nazca e Sul-americana (Figura 3).

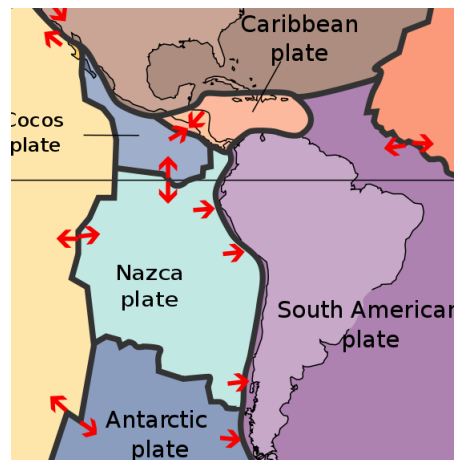


Figura 3: Placas de Nazca e Sul-Americana (Fonte: Wikipedia)

Na confluência de ambas as placas, deu-se a formação da Cordilheira dos Andes, que se estende por uma faixa estreita ao longo de toda a costa oeste da América do Sul, prolongando-se pela América do Norte, com a designação de Montanhas Rochosas (Rocky Mountains).

A geologia Andina é determinada pela proximidade espacial de uma fronteira de placas convergentes e que tem associada uma zona de subducção. Neste contexto, toda a fenomenologia geológica atual e subatual é fortemente influenciada por essa proximidade. Por outras palavras, toda a estratigrafia, magmatismo, mineralização e sismicidade da Cordilheira dos Andes e consequentemente de todo o território peruano, estão direta e/ou indiretamente relacionadas com a subducção da Placa de Nazca (Subducção Andina) por baixo da Placa Sul-americana (Figura 4).

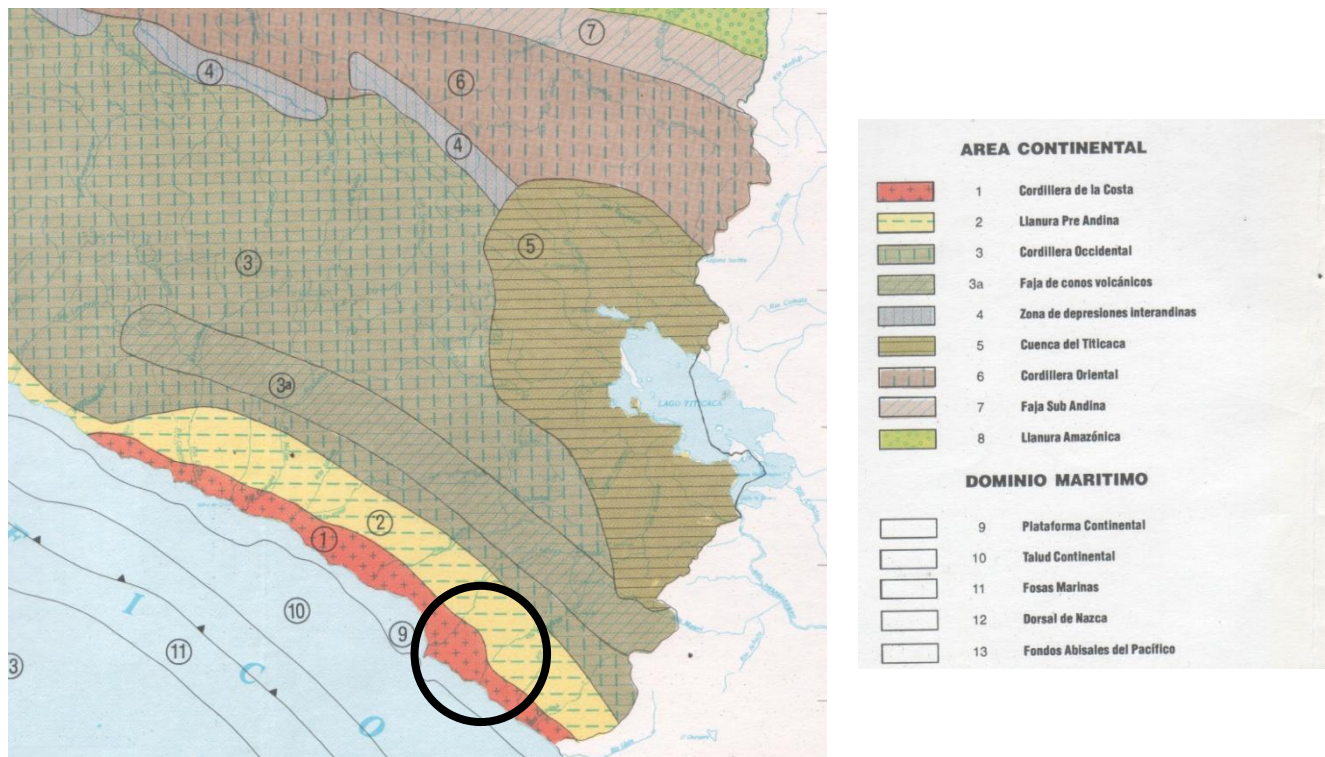


Figura 4: Divisão Morfoestrutural regional da zona em Estudo (Fonte: INGEMMET, Carta Geológica Nacional: Boletim 55)

A Cordilheira dos Andes determina diferentes unidades morfoestruturais no território peruano, próprias de um meio continental e de um meio marítimo, segundo Dalmayrac (Dalmayrac *et. al*, 1988) no âmbito continental, as unidades morfoestruturais localizadas de Oeste a Este correspondem a:

- Cordilheira Costeira
- Planície Preandina (Faixa Costeira);
- Cordilheira Ocidental;
- Depressões Interandinas;
- Cordilheira Oriental;
- Bacia do Titicaca;
- Região Subandina;
- Planície Amazônica.

Já no âmbito marítimo são consideradas as unidades:

- Plataforma Continental;
- Talude Continental;
- Fossas Marinhas (Fossa Peruana-Chilena);

- Dorsal de Nazca;
- Fundos Abissais do Pacífico Sul.

2.3 EVOLUÇÃO TECTÓNICA DA GEOLOGIA REGIONAL

Como se referiu, a tectónica regional é dominada pela subducção andina atual. Esta fase tectónica convergente sucedeu uma fase divergente que em conjunto permitem definir o Ciclo de Wilson andino que é a referência para o entendimento da Geologia da área em estudo. Desta forma, as unidades afluentes estão subordinadas a um esquema de organização que as agrupa em:

- Unidades pré-andinas;
- Unidades andinas dos estádios divergentes do ciclo andino;
- Unidades andinas dos estádios convergentes.

Dada a localização geográfica deste trabalho (Figura 2), o contexto geológico de maior interesse é o sul do Peru, onde as unidades morfoestruturais existentes são a Planície Preandina e a Cordilheira Costeira.

A Cordilheira Costeira teve a sua origem em eventos geológicos incorporados em ciclos pré-andinos, ainda que, tectonicamente, seja posteriormente retomada no ciclo andino. Esta cordilheira apresenta-se segmentada ao longo e perto do litoral com elevações compreendidas entre 900 e 1200 metros acima do nível médio do mar. O segmento sul, formado pelo maciço de Arequipa, desaparece no fundo do mar na parte central do país devido a efeitos tectónicos. A parte central da cordilheira permaneceu como uma zona ativa de sedimentação da bacia peruana localizada a Oeste e foi uma fonte de fornecimento de sedimentos (Dalmayrac *et. al*, 1988).

A Planície Préandina encontra-se localizada entre a Cordilheira Costeira e a Cordilheira Ocidental e consiste numa faixa estreita com elevações entre os 50 e 1500 metros, apresenta relevos moderados e um clima desértico. A sua formação está interligada ao levantamento da Cordilheira dos Andes durante o Cenozoico, encontrando-se submersa durante o Paleozoico, Mesozoico, Terciário e parte do Quaternário. Na sua base encontram-se rochas sedimentares cretácicas depositadas no sinclinal andino coberto por depósitos quaternários eólicos e aluviais (Dalmayrac *et. al*, 1988).

2.4 GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

Como se referiu anteriormente, o Ciclo de Wilson permite-nos classificar as unidades aflorantes da área em estudo (Figura 5 e Figura 6, legenda na Figura 7), sistematizando-as em dois grupos: as que se formaram durante os estádios divergentes do ciclo andino e as que foram originadas nos estádios convergentes (orogenia antiga). É possível ainda fazer referência às unidades pré-andinas, mais antigas.

Estas últimas provêm da constante regressão do mar, o que provoca erosão e acumulação de molassas (formação sedimentar caracterizada por grande espessura de material subcompactado e mal selecionado) vermelhas continentais (Audebaud, 1973).

Durante o Mesozoico, são produzidos períodos de regressão e transgressão marinha (fases divergentes e convergentes do ciclo andino), com ciclos de sedimentação. Estas fases de sedimentação são características dos estádios divergentes e são evidenciadas pelas intercalações de sequências de arenitos e calcários. Já o estágio convergente é evidenciado pelo vulcanismo andesítico característico das zonas de Benioff (região de subducção) que origina monzodioritos, dioritos quartzíticos e granitos/granodioritos, os quais se encontram no local em estudo.

Na zona em estudo verificam-se, ainda, algumas formações intrusivas de corpos félsicos, corpos siliciosos e algumas zonas de óxidos, descritas como anómalas.



Figura 5: Mapa Geológico do Local em Estudo (Escala 1:100000; Carta 35S; Fonte: INGEMMET)

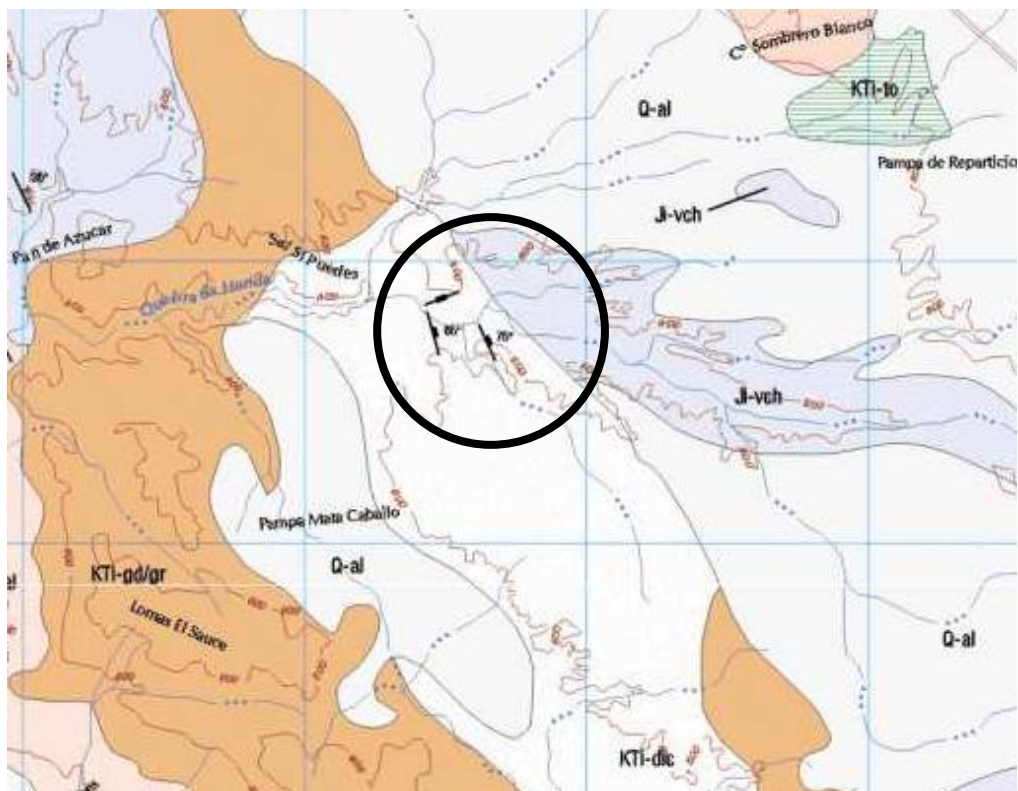


Figura 6: Aproximação Mapa Geológico do Local em Estudo (Aproximação da original; Carta 35S; Fonte: INGEMMET)

LEYENDA					
ERA	SISTEMA	SERIE	FORM. O GRUPO	ROCAS SED. & VOLC.	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICA	CUATERNARIO	Reciente	Depósitos: fluviales y de playa	Q-fl Q-m	
			Depósitos aluviales	Q-al	
		Pleistoceno	Terrazas marinas	Qpl-te	
	TERCIARIO	Oligoceno	DISCORD.		
		Medio	Camanié	To-ca	
MESOZOICA	CRETACEO		DISCORD.		
			Volcánico Toquepala	KTI-to	KTI-me KTI-gd KTI-gr
	JURASICO	Superior	DISCORDANCIA		
		Inferior (Lias-sup.)	Volcánico Chocolate	J-vch	
	JURA-TRIAS.	Jura-Trias Sup.?	DISCORDANCIA		
PALEOZ	SUPERIOR		Grupo Yamayo	JR-ya	
			DISC. ANGULAR		
			Lutitas Cocaocora	Ppr-co	
	PRE- PRECAMBRICO	Permiano (Inf.)	DISCORD.		
			Cong. Pocoma	P-eglp	
			DISC. ANGULAR		
			Complejo Basal de la Costa	PE-gr	PE-gr

Figura 7. Legenda dos mapas anteriores

CAPITULO 3

MÉTODOS GEOELÉTRICOS: BREVE ENQUADRAMENTO TEÓRICO

*“Teoria é quando se sabe tudo e nada funciona.
Prática é quando tudo funciona e ninguém sabe por quê.
Neste recinto, conjugam-se teoria e prática: nada
funciona e ninguém sabe por quê.”*
Anónimo

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste capítulo é efetuada uma breve descrição dos Métodos Geofísicos (MG) e o seu significado, assim como o método especificamente utilizado na obtenção de dados empregues na realização deste trabalho.

Os MG costumam designar-se como métodos não invasivos visto a sua premissa mais importante ser a não perfuração da superfície dos terrenos. Assim sendo, estes métodos são técnicas indiretas de estudo de estruturas localizadas a profundidades razoáveis. Deste modo, é

possível avaliar e comparar propriedades físicas dos materiais existentes na sub-superfície de maneira a formar uma ideia de como e onde se encontram as diferentes heterogeneidades e diferenciações litológicas naturais. A Geofísica pode ser definida como: “...a ciência que se ocupa do estudo das estruturas do interior da Terra e da localização nesta, de corpos delimitados pelos contrastes de algumas de suas propriedades físicas com as do meio circundante, usando medidas tomadas na sua superfície, interior de furos de sondagens e levantamentos aéreos...” (Orellana, 1972).

Como acima referido, os diferentes métodos geofísicos tiram partido das características físicas dos terrenos que prospeitam. Assim, dependendo da propriedade física que interessa analisar, far-se-á a seleção do MG que melhor interpreta e individualiza a propriedade física em apreço. É usual a Geofísica ser subdividida em 4 métodos principais:

- Métodos Sísmicos;
 - Refração;
 - Reflexão;
- Métodos Potenciais;
 - Método Gravimétrico;
 - Método Magnético;
- Método Geotérmico;
- Método Geoeletrico (método usado na obtenção dos dados objeto de estudo no presente trabalho).

Os Métodos Geoeletricos são os mais utilizados pelo mundo inteiro uma vez que se baseiam no facto das rochas manifestarem propriedades elétricas próprias, abrangendo assim uma vasta quantidade de sub-métodos dos quais se podem enumerar os da eletrorresistividade, polarização induzida, potencial espontâneo, radar de penetração e eletromagnético. A informação geoeletrica disponível para a realização deste trabalho, resultou de uma campanha de obtenção de registos de eletrorresistividade.

3.2 MÉTODO DA ELETORRESISTIVIDADE (ER)

Este método é utilizado nomeadamente para o estudo de descontinuidades verticais e/ou horizontais assim como para a deteção de corpos 3D. O método ER é executado a partir de

correntes elétricas artificiais introduzidas no solo e a interpretação das deformações dos campos elétricos artificiais criados, deduzindo-se as características geológicas do subsolo. Usualmente o método ER é realizado para profundidades até 100 metros, todavia têm sido feitos ajustes ao método de modo a atingirem-se profundidades nesta gama de valores. Os dados utilizados no seguimento deste trabalho provêm já de profundidades deste género. Para que tal fosse possível, a abertura dos eléctrodos e a amplitude da corrente injetada no solo sofreram alterações, conforme adiante será observado.

Para um melhor entendimento da ER, é necessário ter em mente alguns fundamentos da resistividade:

- i) Em primeiro lugar é necessário ter a noção que a resistividade define a corrente elétrica que atravessa uma camada quando aplicada uma diferença de potencial;
- ii) A condutividade de um material é inversamente proporcional á resistividade;
- iii) Existe uma constante dielétrica, definida pela capacidade de armazenamento de cargas elétricas nos materiais;
- iv) A atividade eletroquímica da rocha é responsável pelo aparecimento de correntes elétricas naturais que em nada estão relacionadas com a influência dos campos elétricos artificiais.

Como o segundo ponto refere, a condutividade é a facilidade com que a corrente elétrica atravessa um dado material. Esta propriedade aliada à baixa resistividade que os metais exigem poderá constituir uma característica preferencial no estudo e identificação de reservas minerais de metálicos. Desta forma quanto menor é a resistência que um corpo impõe à passagem de corrente elétrica, melhor será este material em termos de condutividade, contudo é necessário saber identificar também quando esta constatação é devida à existência de aquíferos subterrâneos e não de um mineral que estejamos a estudar, a qual é exequível a partir de outros métodos geofísicos complementares ao referido neste trabalho.

Para definir a resistividade elétrica recorre-se à Lei de Ohm:

$$R = \frac{V}{I} \quad [\text{Eq.1}]$$

onde **R** é a resistência elétrica do material medida em Ohms (Ω), **V** é a diferença de potencial medida em Volts (V) e **I** é a intensidade da corrente medida em Amperes (A). A resistência pode ainda ser definida pela equação:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad [\text{Eq.2}]$$

em que **L** é o comprimento do condutor, **S** é a sua secção transversal do condutor e **ρ** é a resistividade, valor esse que interessa na ER. Quando aplicado num espaço tridimensional, a resistência toma a forma da seguinte equação:

$$R = \frac{\rho r}{2\pi r^2} \quad [\text{Eq.3}]$$

Para se conseguir calcular a resistividade (ρ) no espaço conjugam-se as equações (1), (2) e (3), em que a equação resultante já não se considera como sendo a Lei de Ohm e a resistência R é considerada uniforme (facto que não se verifica na prática):

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad [\text{Eq.4}]$$

em que **r** é a distância (m) entre o eléctrodo de corrente e o ponto no qual o potencial é medido.

É necessário ter em atenção que na realidade o solo não é um meio homogéneo, pelo que a área e o comprimento não podem ser definidos à priori. Estes parâmetros dependem fortemente do arranjo dos eléctrodos colocados no terreno e por isso são substituídos na fórmula da resistividade por uma constante **k**.

$$k = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{AM}\right) - \left(\frac{1}{AN}\right) - \left(\frac{1}{BM}\right) + \left(\frac{1}{BN}\right)} \quad [\text{Eq.5}]$$

em que AM, NA, BM e BN são distâncias entre eléctrodos.

Esta constante será distinta e específica de cada arranjo. Deste forma, a resistividade à qual se chega não será de uma camada e/ou rocha mas sim uma resistividade média de um bloco de solo e passa a denominar-se de *resistividade aparente*:

$$\rho_a = k \frac{V}{I} \quad [\text{Eq.6}]$$

Esta resistividade irá depender, portanto, da natureza do solo e do subsolo atravessado pela corrente injetada no terreno e das condições do maciço rochoso (existência de fraturas, porosidade, etc). Para este método, os equipamentos empregues são basicamente voltímetros e geradores de corrente.

É necessário ter em consideração que a resistividade aparente não é uma característica intrínseca dos materiais, contudo, esta possui algum significado quando se comparam os vários valores obtidos num determinado local. Ao fazer-se a interpretação dos resultados é necessário ter sempre presente que a resistividade elétrica aparente é, na realidade, proporcional à resistividade elétrica real do terreno.

Na tabela seguinte são apresentadas resistividades elétricas de várias rochas e minerais.

Tabela 1. Quadro síntese de Resistividades em função do tipo de material ou meio geológico

Tipo de Material ou Meio Geológico	Resistividade Elétrica (Ohm.m)
Água superficial	10 – 30
Água subterrânea	50 – 100
Areias e cascalhos secos	1000 – 10000
Areias e cascalhos saturados com água doce	50 – 500
Areias e cascalhos saturados com água salgada	0,5 – 5
Conglomerados	10 – 10000
Argilas	2 – 20
Margas	20 – 100
Calcários	300 – 10000
Mármore	100 – 10000
Grés e quartzitos	300 – 10000
Grés argiloso	50 – 300
Lavas	300 – 10000
Tufos vulcânicos	20 -100
Basaltos	100 – 10000
Xistos grafitosos	0,5 – 5
Xistos argilosos ou alterados	100 – 300
Xistos sãos	300 – 3000
Gneisse e granito alterado	100 – 1000
Gneisse e granito sãos	1000 – 10000

3.3 TÉCNICAS DE AQUISIÇÃO DE DADOS

A ER pode ser realizada a partir de sondagens elétricas verticais (SEV) ou perfis elétricos. Os primeiros são especialmente utilizados para estudar a estratificação horizontal das interfaces e os arranjos geométricos principais para esta técnica são o **Schlumberger** (Figura 8) e **Wenner** (Figura 9). Já quanto aos perfis elétricos, estes são usados para determinar as variações laterais da resistividade. Os arranjos característicos desta técnica são o **Dipolo-Dipolo** (Figura 10), o **Pólo-Dipolo** (Figura 12) e o **Gradiente** (Figura 13). De notar que os arranjos das SEV também são aplicados nos perfis elétricos.

O princípio pelo qual todos estes arranjos se regem, incide na injeção de corrente elétrica no solo através dos elétrodos (metálicos ou porosos) e a leitura de uma resposta no formato de diferença de potencial (volts). Com os valores da resposta que o solo transmite aos recetores, é possível a estimação da resistividade dos materiais atravessados.

- Arranjo Schlumberger

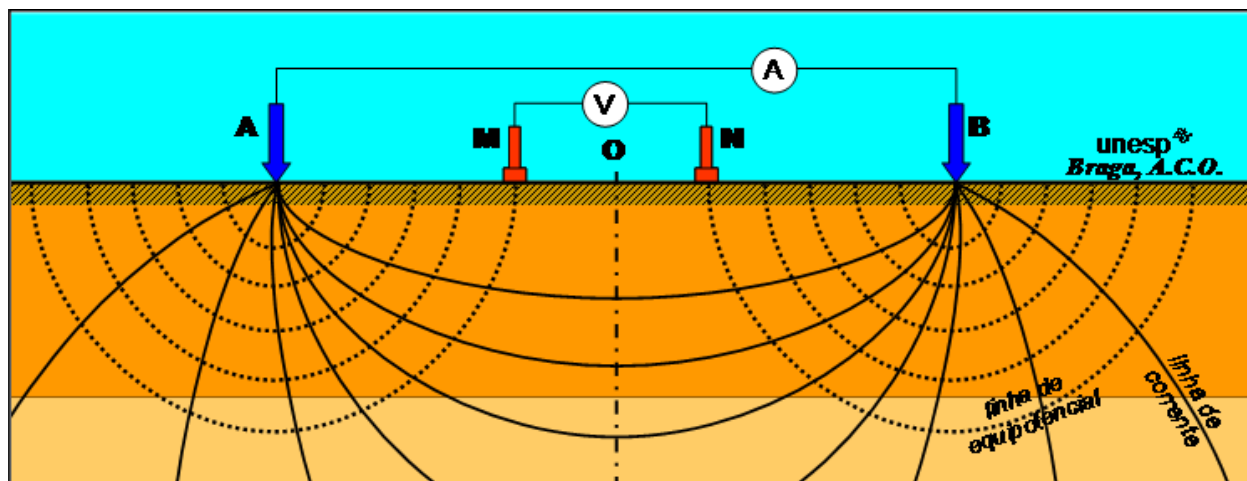


Figura 8: Esquema de campo para o Arranjo Schlumberger (Fonte: unesp)

Neste arranjo, todos os elétrodos estão dispostos em linha, sendo que os elétrodos de potencial M e N estão colocados entre os elétrodos de corrente A e B. A distribuição dos elétrodos é simétrica em relação ao ponto central O. De notar que a distância [MN] deve ser menor que a distância AB/2. A resistividade aparente toma assim a forma:

$$\rho_a = \frac{L^2 - l^2}{2l} \frac{V}{I}$$

[Eq.7]

em que L é a distância do centro O ao eletrodo A e l é a distância do centro O ao eletrodo M .

- Arranjo Wenner

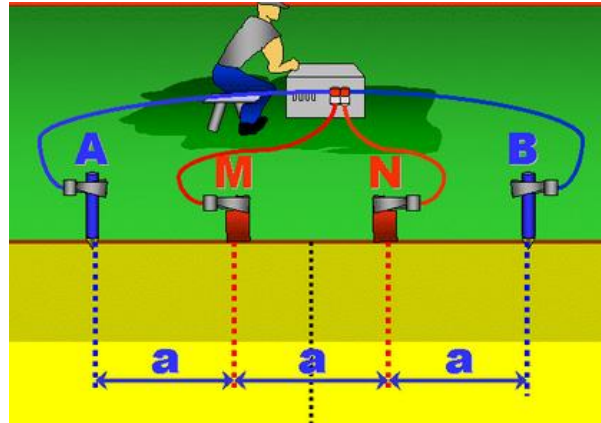


Figura 9: Esquema de campo para o Arranjo Wenner (Fonte: unesp)

Este arranjo necessita do deslocamento dos quatro eletrodos, não se tornando tão fácil a sua utilização, o centro do arranjo permanece fixo e os eletrodos possuem um espaçamento análogo entre si. A resistividade aparente é nestas condições calculada a partir da seguinte expressão:

$$\rho_a = 2\pi a \frac{V}{I}$$

[Eq.8]

- Arranjo Dipolo-Dipolo

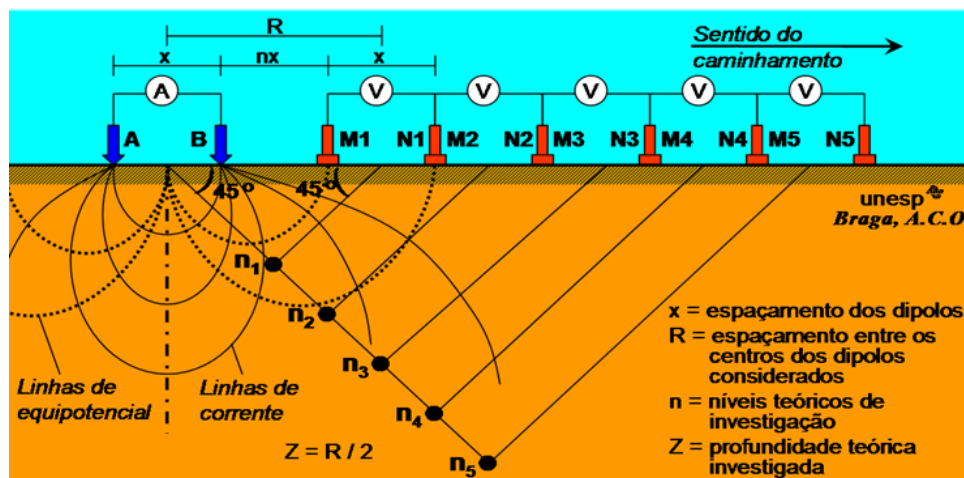


Figura 10: Esquema de campo para o Arranjo Dipolo-Dipolo (Fonte: unesp)

Este arranjo é considerado bastante versátil uma vez que o estudo do nosso parâmetro físico é feito a profundidades muito diversas, adquirindo-se uma caracterização dos materiais tanto horizontal como verticalmente. Nas sondagens elétricas com este tipo de geometria, os dipolos não permanecem fixos e deslocam-se ao longo de uma linha, contudo o espaçamento entre os elétrodos de corrente e os elétrodos de potencial tem de ser idêntico. Já a distância entre os dipolos AB e MN pode variar e como ilustra a Figura 11, podem ser utilizados vários elétrodos de potencial (MN) aumentando a profundidade de investigação. Ainda é de notar que a sua disposição não precisa de ser necessariamente em linha reta, havendo várias maneiras de os dispor: SDD axial, SDD equatorial e SDD azimutal (Adaptado de Strobino, 2011).

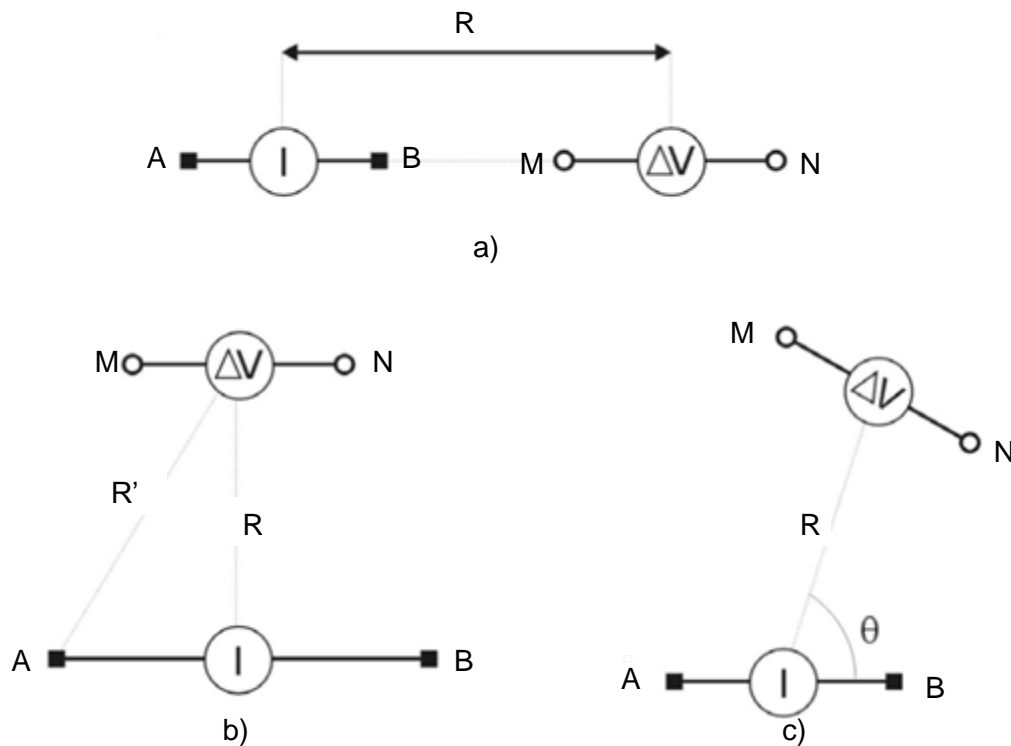


Figura 11. Esquema de configurações eletrodoicas dipolares. a) SDD axial; b) Sdd equatorial; c) Sdd azimutal

No arranjo sugerido pela Figura 10 a resistividade aparente é dada pela equação:

$$\rho_a = \pi n x (n + 1)(n + 2) \left(\frac{V}{I} \right)$$

[Eq.9]

- Arranjo Pólo-Dipolo

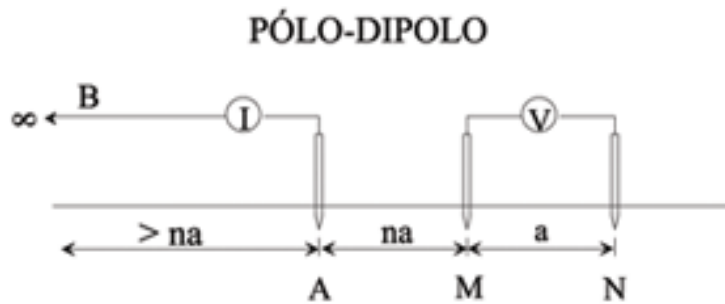


Figura 12: Esquema de campo para o Arranjo Pólo-Dipolo (Fonte: Scielo)

Este arranjo é praticamente idêntico ao anterior, exceto numa pequena particularidade: o elétrodo de corrente B é colocado no infinito, aproximadamente 10 vezes a maior abertura entre o elétrodo A e o dipolo MN. O cálculo da resistividade aparente também sofre alterações e é, neste caso, dado por:

$$\rho_a = 2\pi na(n+1) \frac{V}{I}$$

[Eq.10]

- Arranjo Gradiente

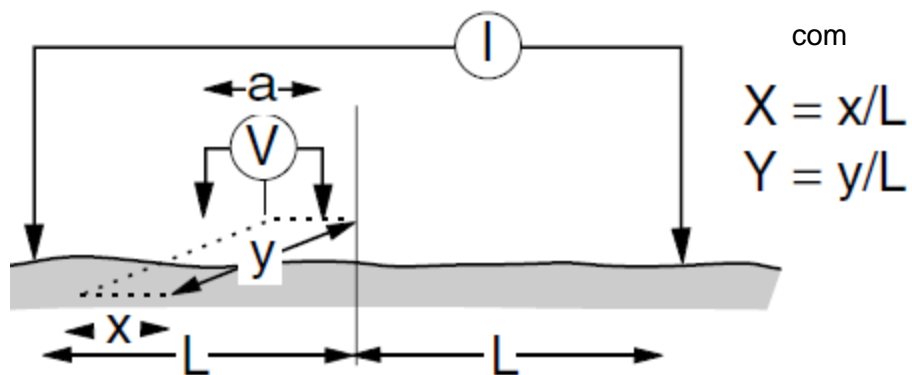


Figura 13: Esquema de campo para o Arranjo Gradiente (Fonte: Scielo)

Este arranjo é o mais indicado para o estudo de zonas de falha e/ou fraturas de grandes dimensões. Os elétrodos de corrente permanecem fixos, enquanto que os de potencial são movidos ao longo de linhas nas quais se pretende fazer o estudo. A resistividade aparente é um pouco mais complexa de calcular uma vez que a fórmula associada é mais extensa:

$$\rho_a = \pi \frac{L^2}{a} K \frac{V}{I}$$

[Eq.11]

em que

$$K = 2\pi \left\{ \frac{1-x}{([y^2 + (1-x)^2])^3} + \frac{1+x}{([y^2 + (1+x)^2])^3} \right\}$$

[Eq.12]

CAPITULO 4

METODOLOGIA PARA A OBTENÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS

"...Não podemos escapar dos dados, assim como não podemos evitar o uso de palavras. Tal como palavras os dados não se interpretam a si mesmos, mas devem ser lidos com entendimento..."

Moore, 2000

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

No presente capítulo será apresentada a metodologia utilizada na obtenção dos dados necessários para o cálculo das resistividades existentes no local de estudo. O método escolhido foi o método ER, utilizando-se o arranjo Dipolo-Dipolo.

Historicamente, a exploração mineral tem utilizado uma pequena quantidade de matrizes para a recolha de dados de resistividades e polarização induzida (IP). As matrizes empregues no levantamento de resistividades com corrente contínua (CC) foram desenvolvidas em 1920, e eram usadas tanto para prospeções em profundidade como transversais. Os critérios de concepção para essas matrizes eram baseados em torno das operações de campo, facilidade de interpretação

e a sua utilização no tipo de prospeção. Muitas das interpretações foram realizadas a partir da comparação de curvas teóricas com os dados retirados do campo.

Apesar do efeito de IP ter sido descoberto em 1920, só foi a partir de 1950 que o seu levantamento começou a ser utilizado rotineiramente.

A disponibilização de programas de inversão para a resistividade e IP em 2D e, mais tarde, 3D, levou a uma interpretação mais rápida e precisa dos dados.

A inversão dos dados de resistividade e IP também significou que os geofísicos deixaram de estar restringidos ao uso de geometrias baseadas nos requisitos da interpretação manual (White *et. al*, 2003).

4.2 DEFINIÇÃO DA ÁREA DE AMOSTRAGEM

Os dados que são objeto de estudo nesta tese resultam de uma campanha de amostragem efetuada em Junho de 2012 com o objetivo de recolher valores de resistividades e polarização induzida. Estes trabalhos realizaram-se no Peru, na zona de Arequipa, entre os 600 a 700 metros (Figura 14).

Na área da zona em estudo foram definidas 6 linhas de transmissão com 2800 m de extensão e 12 linhas de receção, cada uma com 2000 m de extensão.

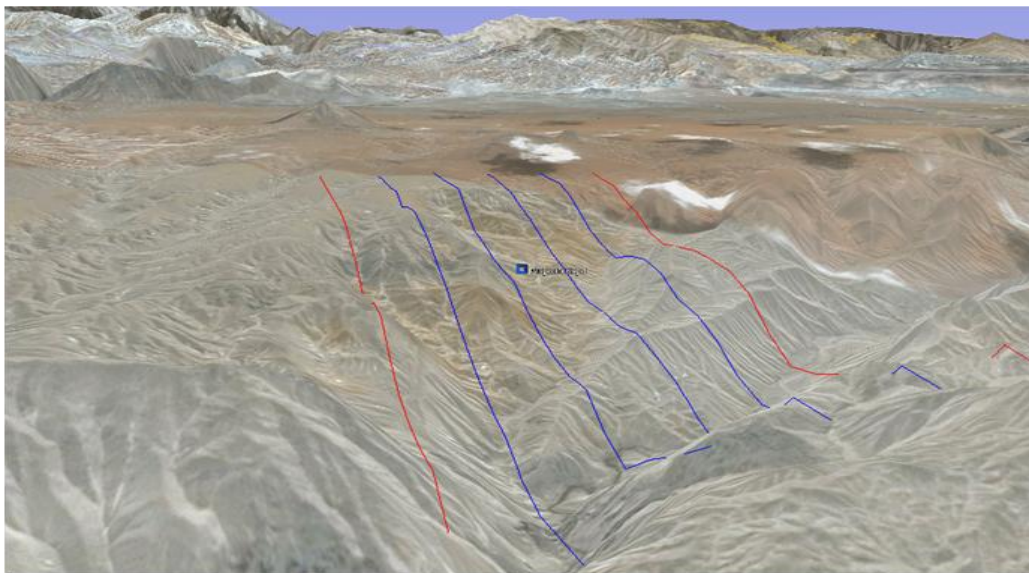


Figura 14: Área de Amostragem definida, linhas vermelhas como limite, linhas azuis como locais de amostragem (Fonte: MotaEngil)

A amostragem foi realizada de modo a obter-se um perfil 3D, pelo que o local em estudo foi dividido em blocos. Cada bloco possui uma linha de transmissão e duas linhas intercaladas paralelas de recepção (Figura 15).

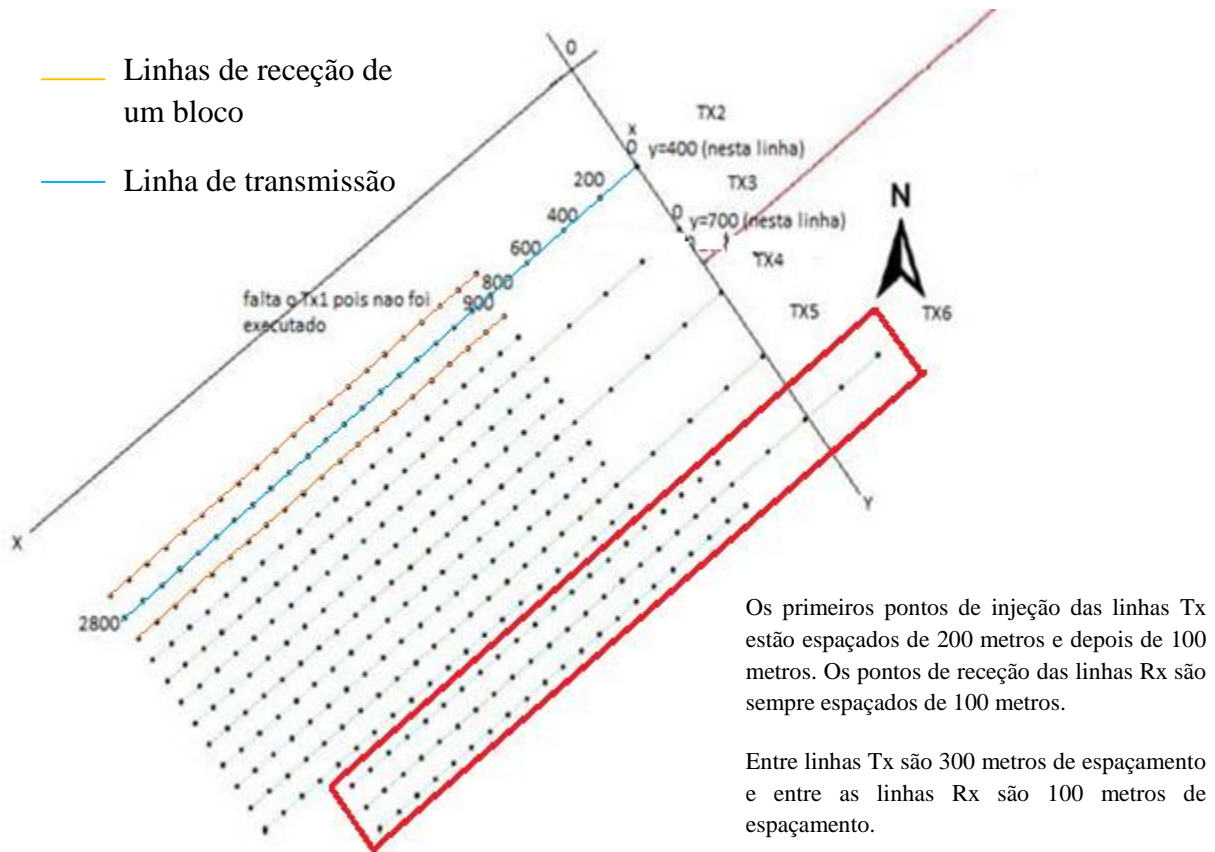


Figura 15: Esquema demonstrativo da implementação de coordenadas na malha de amostragem (Fonte: Adaptado de MotaEngil)

A localização das linhas de recepção e transmissão tiveram de ser adaptadas ao terreno, razão pela qual o bloco 6 (passível de ser referenciado na figura 15 pela localização do traço vermelho) encontra-se deslocado em relação aos restantes. Devido ao desfaseamento do bloco 6, o tratamento de dados efetuado não teve em consideração a informação resultante deste bloco. Num bloco, as linhas de transmissão são definidas por Tx, cada uma com 25 pontos de injeção de corrente e as linhas de recepção são definidas por Rx. Existem para cada Tx, 4 Rx com 10 pontos cada. Isto é, em cada bloco, existem no total 40 pontos de recepção e 25 de transmissão. No Anexo A podem-se ver os valores de resistividade retirados do terreno por bloco.

Na tabela seguinte estão descritas, por bloco, as coordenadas e comprimentos dos perfis de resistividade (de notar que a contagem fornecida pela empresa MotaEngil iniciou-se no bloco 2 e para haver concordância manteve-se a mesma contagem):

Tabela 2. Coordenadas militares e Comprimentos dos Perfis de Resistividade (Fonte:MotaEngil)

Bloco	Linha	M	P	Comprimento (m)
2	Rx1.1	226443.7204	8104878.506	1000
	Rx1.11≡Rx2.1	225646.0856	8104275.267	1000
	Rx2.11	224848.4509	8103672.028	1000
	Rx3.1	226566.105	8104720.301	1000
	Rx3.11≡Rx4.1	225768.4703	8104117.061	1000
	Rx4.11	224970.8355	8103513.822	1000
	Tx2.1	227143.0211	8105281.994	2800
	Tx2.25	224909.6461	8103592.921	
3	Rx1.1	226627.2945	8104641.201	1000
	Rx1.11≡Rx2.1	225829.6598	8104037.962	1000
	Rx2.11	225032.025	8103434.723	1000
	Rx3.1	226749.6788	8104482.996	1000
	Rx3.11≡Rx4.1	225952.044	8103879.757	1000
	Rx4.11	225154.4093	8103276.517	1000
	Tx3.1	227326.5899	8105044.696	2800
	Tx3.25	225093.215	8103355.623	
4	Rx1.1	226810.8683	8104403.897	1000
	Rx1.11≡Rx2.1	226013.2335	8103800.658	1000
	Rx2.11	225215.5988	8103197.418	1000
	Rx3.1	226933.2426	8104245.705	1000

	Rx3.11 \equiv Rx4.1	226135.6103	8103642.462	1000
	Rx4.11	225337.978	8103039.219	1000
	Tx4.1	227510.158	8104807.399	2800
	Tx4.25	225276.7885	8103118.318	
5	Rx1.1	226994.4411	8104166.594	1000
	Rx1.11 \equiv Rx2.1	226196.8047	8103563.356	1000
	Rx2.11	225399.1684	8102960.119	1000
	Rx3.1	227116.8189	8104008.397	1000
	Rx3.11 \equiv Rx4.1	226319.1841	8103405.157	1000
	Rx4.11	225521.5494	8102801.918	1000
	Tx5.1	227693.7349	8104570.091	2800
	Tx5.25	225460.3599	8102881.017	
6	Rx1.1	227497.0622	8104170.594	1000
	Rx1.11 \equiv Rx2.1	226699.4275	8103567.354	1000
	Rx2.11	225901.7927	8102964.115	1000
	Rx3.1	227619.4433	8104012.392	1000
	Rx3.11 \equiv Rx4.1	226821.8086	8103409.153	1000
	Rx4.11	226024.1738	8102805.913	1000
	Tx6.1	228196.3583	8104574.088	2800
	Tx6.25	225962.9833	8102885.014	

4.3 EQUIPAMENTO

Para a leitura e registo dos dados foram utilizados injetores de corrente e unidades recetoras. Da marca Iris Instruments. O injetor de corrente utilizado foi o Vip 10000 (Figura 16) com as seguintes características:

- Máximo de voltagem, 3000 V;
- Máximo de corrente, 20 A;
- Máximo de potência, 10 KW.

A unidade recetora, ELREC PRO (Figura 17), possui 10 canais de leitura e 20 janelas de cargabilidade disponíveis.

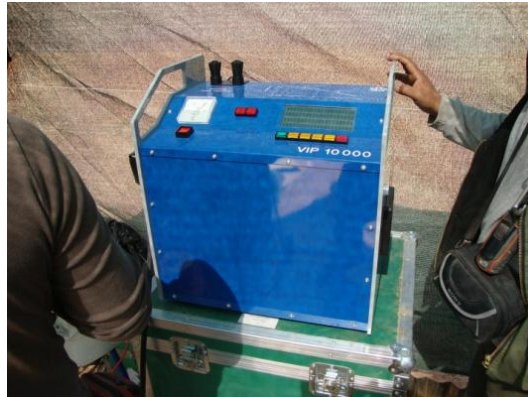


Figura 16: Vip 10000 (Fonte: MotaEngil)



Figura 17: ELREC PRO (Fonte: MotaEngil)

Para se implementar os perfis teve que se considerar a necessidade de usar sempre pontos de injeção remotos, nos quais se aplicaram 4 elétrodos de aço inox interligados e soluções aquosas de NaCl e CuSO_4 . Os restantes elétrodos devem ser não polarizáveis e foram humedecidos para promover a condução elétrica, tendo sido colocados com o auxílio de GPS.

Os dados obtidos e utilizados neste trabalho podem ser visualizados, num pequeno excerto, na tabela 3.

Tabela 3. Pequeno excerto dos dados obtidos

Pontos de Injeção	Coordenadas do ponto de Injeção		Pontos de Receção	Coordenadas do ponto de Receção		Resistividade (ohm.m)
	X	Y		X	Y	
Tx2.1	0	400	Rx1.1	800	300	66,585
		
			Rx4.10	2700	500	80,462
....
Tx5.25	2800	1300	Rx1.1	800	1200	1.177,177
		
			Rx4.10	2700	1400	102,213

4.4 BREVE DESCRIÇÃO ESTATÍSTICA DOS DADOS

Com o objetivo de aumentar o conhecimento acerca dos dados e em particular do seu comportamento em relação aos estatísticos básicos, procedeu-se a uma breve análise estatística dos registos das variáveis em estudo. As tabelas seguintes sumarizam os indicadores estatísticos considerados mais importantes.

A organização das tabelas obedece a diferentes agrupamentos da informação disponível que adiante (vidé capítulo 5) será justificada.

Os dados utilizados no cálculo dos diferentes estatísticos foi previamente sujeito a uma crítica e pré-processamento dos dados (por exemplo, extraíram-se da matriz original de valores, os registos negativos e todos aqueles que apresentavam um desvio superior a 2 desvios padrões).

Salienta-se, uma vez mais, que a abordagem estatística ilustre neste subcapítulo não tem qualquer pretensão de análise estatística inferencial, (aquela que se baseia numa qualquer distribuição de registos), mas antes e tão-somente procura uma melhor compreensão da variabilidade associada aos dados.

Tabela 4. Estatísticos básicos para os blocos

	<i>Bloco 2</i>			<i>Bloco 3</i>			<i>Bloco 4</i>			<i>Bloco 5</i>		
	x	y	Resist.	x	y	Resist.	x	y	Resist.	x	y	Resist.
Média	1750	400	86.42562	1750	700	98.70584	1750	1000	104.2211	1750	1300	111.4952
Erro-padrão	18.24371	3.16386	2.201628	17.88908	3.10236	3.144176	18.24371	3.16386	3.486574	18.24371	3.16386	3.893731
Mediana	1750	400	73.70458	1750	700	74.3175	1750	1000	76.34375	1750	1300	85.51933
Moda	800	300	103.9633	800	600	0	800	900	0	800	1200	0
Desvio-padrão	576.9167	100.05	69.62158	576.9056	100.0481	101.3966	576.9167	100.05	110.2552	576.9167	100.05	123.1306
Variância da amostra	332832.8	10010.01	4847.164	332820	10009.62	10281.27	332832.8	10010.01	12156.2	332832.8	10010.01	15161.14
Assimetria	0	-1.3E-18	4.219141	0	4.28E-19	4.260773	0	-1.3E-18	4.193753	0	-1.3E-18	4.378727
Intervalo	1900	200	782.195	1900	200	914.74	1900	200	1078.158	1900	200	1177.177
Mínimo	800	300	0.3575	800	600	0	800	900	0	800	1200	0
Máximo	2700	500	782.5525	2700	800	914.74	2700	1100	1078.158	2700	1400	1177.177
Soma	1750000	400000	86425.62	1820000	728000	102654.1	1750000	1000000	104221.1	1750000	1300000	111495.2
Contagem	1000	1000	1000	1040	1040	1040	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Tabela 5. Estatísticos básicos para profundidades

	<i>Prof de 55,9m</i>			<i>Prof de 182m</i>			<i>Prof de 230,5m</i>			<i>Prof de 378m</i>		
	x	y	Resist.	x	y	Resist.	x	y	Resist.	x	y	Resist.
Média	1771.354	883.8542	58.37581	1730.464481	840.1639	65.86722	1696.204	840.5759	75.49234	1665	842.5	101.8994
Erro-padrão	41.91325	25.54486	3.945837	37.37688633	24.7016	2.341912	36.54876	24.1944	2.777257	33.1492	23.73363	4.349564
Mediana	1775	950	38.9075	1775	750	60.05	1725	750	68.6	1725	750	91.98125
Moda	1075	1350	#N/D	775	650	51.7	825	650	#N/D	575	650	#N/D
Desvio-padrão	580.767	353.96	54.67512	505.6251463	334.1571	31.6808	505.114	334.3732	38.38246	468.8005	335.6442	61.51213
Variância da amostra	337290.3	125287.7	2989.368	255656.7886	111661	1003.673	255140.1	111805.5	1473.213	219773.9	112657	3783.742
Assimetria	0.021638	-0.07693	2.062907	-0.08240696	0.024097	1.197426	-0.24461	0.023155	1.490151	-0.52775	0.025439	1.892673
Intervalo	1950	1000	277.3625	1850	1000	184.0667	1950	1000	240.19	1850	1000	375.5833
Mínimo	825	350	0.3575	775	350	1.85	625	350	3.73	575	350	11.12333
Máximo	2775	1350	277.72	2625	1350	185.9167	2575	1350	243.92	2425	1350	386.7067
Soma	340100	169700	11208.16	316675	153750	12053.7	323975	160550	14419.04	333000	168500	20379.88
Contagem	192	192	192	183	183	183	191	191	191	200	200	200

	<i>Prof de 427,9m</i>			<i>Prof de 626,9m</i>			<i>Prof de 726,7m</i>			<i>Prof de 876m</i>		
	x	y	Resist.	x	y	Resist.	x	y	Resist.	x	y	Resist.
Média	1631.039	840.3382	108.7059	1616.346154	841.6667	138.7549	1585.744	838.4298	153.4269	1534.868	832.8947	199.5297
Erro-padrão	34.2511	23.26513	4.64863	33.54614694	27.20748	9.342364	34.97937	31.18836	13.10347	39.9124	39.04061	26.15544
Mediana	1675	750	98.382	1675	750	100.53	1675	750	107.01	1675	750	106.9447
Moda	625	650	#N/D	625	350	#N/D	725	350	#N/D	875	350	#N/D
Desvio-padrão	492.7876	334.7269	66.88213	418.991241	339.8213	116.6861	384.773	343.0719	144.1381	347.9482	340.3481	228.0178
Variância da amostra	242839.6	112042.1	4473.22	175553.66	115478.5	13615.64	148050.3	117698.3	20775.8	121068	115836.8	51992.12
Assimetria	-0.67986	0.029955	2.0755	-0.86651738	0.040398	2.458975	-0.90233	0.059688	2.799196	-0.70728	0.083778	2.236858
Intervalo	1950	1000	442.395	1550	1000	662.445	1350	1000	784.0933	1050	1000	987.6833
Mínimo	425	350	10.025	625	350	21.78833	725	350	32.22	875	350	17.53
Máximo	2375	1350	452.42	2175	1350	684.2333	2075	1350	816.3133	1925	1350	1005.213
Soma	337625	173950	22502.12	252150	131300	21645.77	191875	101450	18564.66	116650	63300	15164.25
Contagem	207	207	207	156	156	156	121	121	121	76	76	76

CAPITULO 5

TRATAMENTO GEOESTATÍSTICO DOS DADOS

*“Se quer inspirar confiança, forneça muitas estatísticas.
Não importa se elas estão certas, ou mesmo façam sentido,
Contanto que sejam muitas.”
Lewis Carroll (1832 – 1898)*

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A Geoestatística é um conjunto de métodos e instrumentos estatísticos cuja finalidade é a caracterização da dispersão espacial das grandezas que definem a quantidade e qualidade dos recursos naturais, sendo também utilizada para caracterizar fenómenos cujos atributos manifestam uma certa estrutura no espaço. O seu objetivo é permitir a conceção de um modelo espacial representativo da realidade a partir de observações discretas, sempre com o mínimo erro possível. Contudo, tratando-se do estudo das Ciências da Terra, um dos princípios guia da Geoestatística será: *“não existe um modelo universalmente bom para todas as situações, isto é, o modelo pode ser bom para um caso de estudo e mau noutro; não é condição suficiente um*

modelo assentar num corpo teórico rico e coerente para que produza bons resultados.” (Soares, 2006)

Os primeiros estudos sobre geoestatística iniciaram-se com Daniel G. Krige e Sichel nos seus trabalhos experimentais nas minas da África do Sul. Krige conclui que não conseguiria encontrar sentido nas variâncias resultantes do seu estudo se não tivesse em consideração a distância entre as amostras, sendo o primeiro a relacionar a dimensão de um jazigo com a grandeza em estudo. Este fenómeno, conhecido na literatura geoestatística como efeito de suporte, consiste na diminuição da variância com o aumento da dimensão da amostra. Em 1951, Krige publicou um artigo de nome “A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand”, onde fez a primeira abordagem ao problema em mãos: *“...Suppose you are required to prospect a very large area for gold. You have all the necessary tools for drilling to mine a spot for gold. However, due to costs and technical difficulty you do not have the luxury to mine physically the whole area (with extensive drilling) in order to find out the locations where gold is deposited in high amounts...”*.

Na década de 60, a partir da constatação de Krige, surgiram os conceitos básicos da geoestatística, concetualizados por Matheron no seu “Traité de géostatistique appliquée” (Matheron, 1962), e em 1971 a Teoria das Variáveis Regionalizadas (Matheron, 1971), que veio a constituir o suporte teórico da geoestatística.

Entre 1968 e 1970 desenvolveu-se a Teoria da Krigagem Universal (nome dado por Matheron em homenagem a Daniel Krige) e em 1980 a análise espacial de dados ganhou impulso em áreas distintas da mineração e da geologia. Uma parte substancial do protagonismo que a geoestatística adquiriu deve-se, sobretudo, aos trabalhos desenvolvidos por André Journel (Journel, 1978).

Atualmente a aplicabilidade da Geoestatística encontra-se difundida em vários ramos da ciência, envolvendo áreas das ciências humanas, biológicas, etc.

No decorrer deste trabalho, a análise geoestatística foi utilizada para interpolar valores de resistividades aparentes numa dada área de modo a inferir os locais de maior e menor resistividade em profundidade, de forma a assinalar com maior detalhe os locais de maior interesse.

5.2 BREVE INTRODUÇÃO AOS FUNDAMENTOS GEOESTATÍSTICOS

Como referido anteriormente, Matheron desenvolveu a Teoria das Variáveis Regionalizadas, a qual leva em consideração a localização geográfica e a dependência espacial das nossas observações. Para o desenvolvimento e contextualização dos modelos geoestatísticos é, deste modo, necessário definir o que são as variáveis regionalizadas (V.R.).

A V.R. é uma função numérica com distribuição espacial que varia de um ponto para o outro com uma continuidade aparente, mas cujas variações não podem ser representadas por uma função matemática simples. A função da V.R. é definida matematicamente por $z(\kappa)$, ou seja está dependente de uma coordenada espacial κ e de um domínio espacial A .

Segundo Soares (Soares,2006), o conjunto das variáveis aleatórias $\{Z(\kappa_i), i=1, n\}$ estão correlacionadas entre si e constituem uma Função Aleatória (F.A.). Contudo, de modo a caraterizar uma F.A. é necessário conhecer a sua lei de distribuição, o que é notoriamente impossível de realizar com o conhecimento de apenas uma única realização de $z(\kappa)$. Para Soares, a solução consiste em assumir diversos graus de estacionaridade da F.A. (Matheron, 1978), como por exemplo, admitindo que as variáveis aleatórias têm média constante em todo o domínio A :

$$E[Z(x_1)] = E[Z(x_2)] = \dots = E[Z(x_i)] = E[Z(x)] = m \quad [\text{Eq.13}]$$

Desta forma, a média passa a ser independente da localização e pode ser obtida a partir da média aritmética das várias realizações das variáveis aleatórias:

$$m = E[Z(x)] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n Z(x_i) \quad [\text{Eq.14}]$$

Esta hipótese de estacionaridade implica que a média das amostras é representativa do domínio espacial A , ou seja, podemos considerar que os valores das amostras são suficientemente homogêneos. Esta homogeneidade espacial raramente ocorre, sendo necessário verificar a distribuição e variabilidade espacial da F.A.

A variância associada à média é calculada através de:

$$Var[Z(x)] = E\{[Z(x) - m]^2\} \quad [Eq.15]$$

Passando para a estacionaridade de 2ª ordem, esta define que a esperança matemática $E[Z(x)]$ existe e não depende do local x , assim como também estabelece que a correlação entre duas variáveis aleatórias depende unicamente da sua localização (Huijbreghts, 1973).

Em Geoestatística, a covariância mede a relação entre valores da mesma variável, obtidos em pontos separados por uma distância h , numa determinada direção. Isto significa que, ao alterar a direção, a covariância também pode sofrer alterações, podendo haver nesse caso a presença de um fenómeno espacial anisotrópico (Figura 19). Por outro lado, quando a covariância não se modifica independentemente da direção, o fenómeno espacial que se verifica exige uma isotropia (Figura 18).

A covariância de uma V.R., para pontos separados por uma distância h , pode ser calculada por:

$$C(h) = E\{[Z(x + h) - m][Z(x) - m]\} \quad [Eq.16]$$

em que h representa um vetor distância entre dois pontos x_1 e x_2 no espaço.

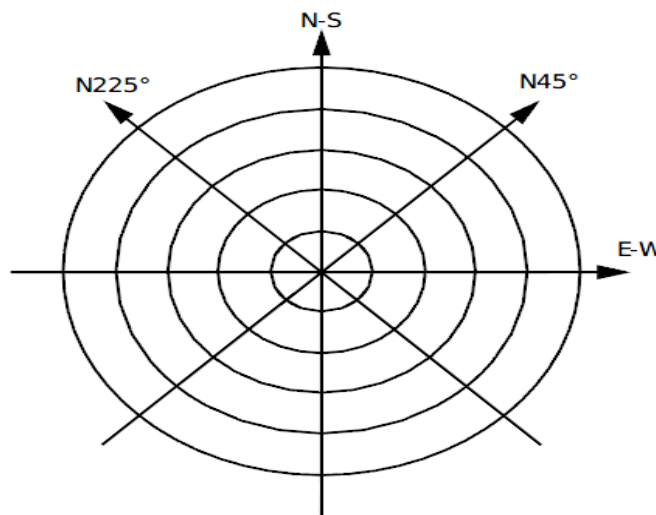


Figura 18. Representação figurativa de um fenómeno espacial Isotrópico

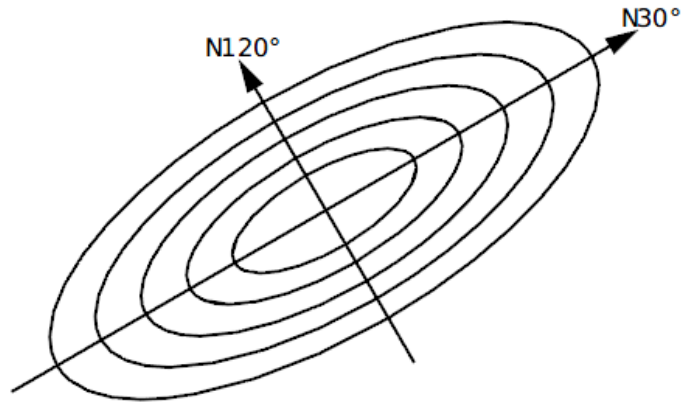


Figura 19. Representação figurativa de um fenômeno espacial Anisotrópico

Já quando a distância entre os pontos é nula ($h=0$), a covariância será igual à variância da V.R., pelo que:

$$C(0) = Var[Z(x)] \quad [Eq.17]$$

Deste modo, é possível admitir um coeficiente de correlação entre as secções da variável separadas por um passo h , o qual se calcula como:

$$\rho(h) = \frac{C(h)}{Var[Z(x)]} \quad [Eq.18]$$

Como referido anteriormente, a estacionaridade da covariância existe se a média for constante e implica que exista estacionaridade da variância. Graças a esta observação, pode-se também definir o variograma (Eq.19) e o correlograma (Eq.20), que são ferramentas essenciais na determinação da dependência espacial.

$$\begin{aligned} \gamma(h) &= \frac{1}{2} E[Z(x) - Z(x+h)]^2 \\ &= \frac{1}{2} \{E[Z(x)]^2 + E[Z(x+h)]^2 - 2E[Z(x)Z(x+h)]\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= E[Z(x)]^2 - E[Z(x)Z(x+h)] \\
&= E[Z(x)]^2 - m^2 - [E[Z(x)Z(x+h)] - m^2] \\
&\gamma(h) = C(0) - C(h)
\end{aligned}$$

[Eq.19]

e

$$r(h) = \frac{C(h)}{C(0)} = 1 - \frac{\gamma(h)}{C(0)}$$

[Eq.20]

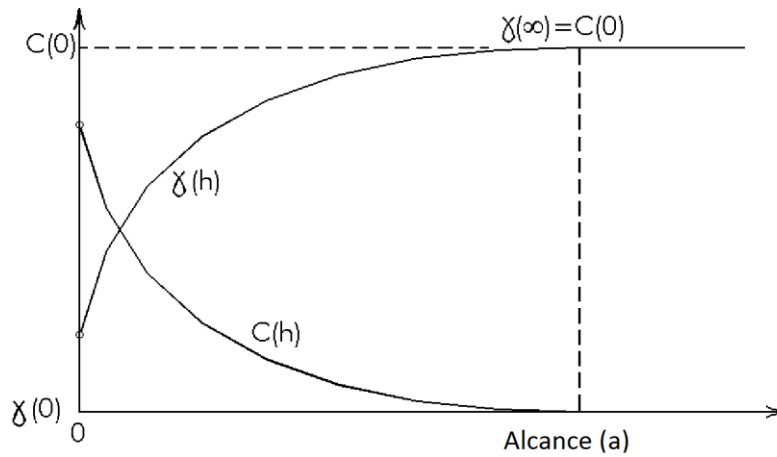


Figura 20. Relação entre função Covariância e Função Variograma (Fonte:www.minetechint.com)

Pela ilustração da Figura 20, pode-se concluir que, para distâncias superiores ao alcance “a”, deixa de existir correlação entre quaisquer pares de pontos separados de $h=a$.

Em resumo, a hipótese de estacionaridade de segunda ordem assume a existência de uma covariância. Já a existência de um variograma pressupõe uma hipótese mais fraca, ou seja, mais abrangente, denominada como hipótese intrínseca. Esta hipótese necessita de duas condições para poder ser validada, isto é, a média ser invariante por translação e a variância do incremento correspondente a duas localizações diferentes depender unicamente do vetor h que os separa. Observa-se, portanto, que a hipótese de estacionaridade de segunda ordem implica a hipótese intrínseca mas que o inverso já não se verifica. Devido a estas características, na Geoestatística o semivariograma (designado simplesmente por variograma) é mais comumente utilizado, visto

apenas exigir a hipótese intrínseca que é menos restritiva, enquanto que o correlograma necessita da hipótese de segunda ordem.

A interpretação da função $\gamma(h)$ exige o conhecimento dos valores da V.R. em todos os pontos do domínio espacial A, facto praticamente inviável visto só se ter acesso a uma determinada quantidade N de pontos do domínio A. Por conseguinte, recorre-se à noção de Variograma Experimental cuja função é dada por:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N [Z(x_i + h) - Z(x_i)]^2 \quad [\text{Eq.21}]$$

Na figura seguinte está representado esquematicamente os parâmetros que caracterizam o semivariograma.

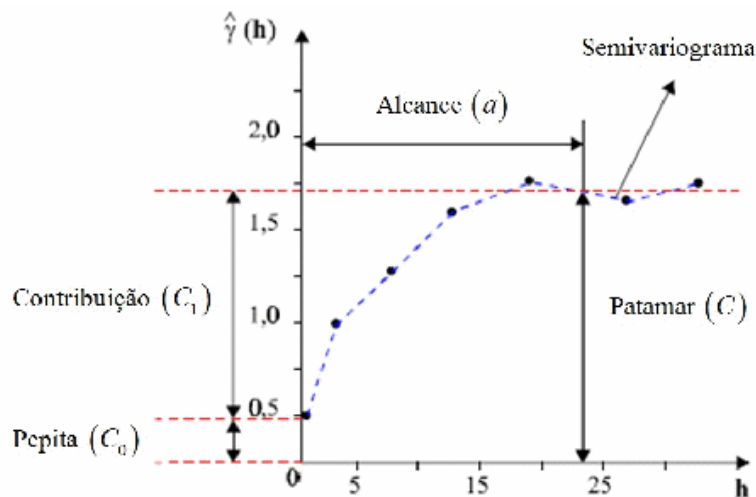


Figura 21. Esquema representativo de um semivariograma (Fonte: Lourenço, 2005)

O alcance (a) é a distância a partir da qual as amostras deixam de estar espacialmente correlacionadas, ou seja, o alcance reflete o grau de homogeneização entre amostras, logo, quanto maior for o alcance, maior a distância de correlação entre os pares de amostras. Segundo Matheron, o variograma transmite um significado preciso da noção tradicional da zona de influência.

O efeito pepita (C_0) é o valor no qual o variograma se inicia, idealmente deveria ser nulo, mas quando existente, atribui-se a diferença à eventual presença de descontinuidades do variograma para distâncias menores do que a menor distância entre amostras ou, poder-se-á

também atribuir a erros de medição. Ou seja, o efeito pepita, quando existente, demonstra que pode existir uma elevada variabilidade à pequena escala. A contribuição (C_1) é a diferença entre o patamar e o efeito pepita.

O patamar (C) é o valor do variograma correspondente ao alcance e pode ser associado à noção da variância à priori dos dados.

A análise variográfica para além de ser fundamental para a aplicação dos posteriores métodos de estimação geoestatísticos define também a qualidade dos mesmos, pois estes dependem de um modelo adequado da estrutura dos fenómenos regionalizados em estudo.

5.3 VARIOGRAFIA

Segundo Soares (Soares,2006), uma vez calculados os valores dos variogramas para diferentes passos de h é necessário modelizá-los por uma função geral e representativa, que quantifique a continuidade espacial de $Z(\mathbf{x})$. Esta etapa é extremamente importante uma vez que se sintetiza todas as características estruturais do fenómeno espacial (continuidade, anisotropia, imbricamentos) num único modelo de variograma.

Os modelos variográficos experimentais que traduzem a correlação espacial dos dados podem ser ajustados por modelos de variogramas teóricos, os quais irão estabelecer a continuidade da V.R. em estudo. A partir desse modelo teórico será permissível a verificação de geometrias preferenciais, Joaquim Góis refere: *“...As singularidades do modelo, estão intimamente ligadas ao aparecimento de variáveis fortemente marcadas pela geometria do domínio em estudo (...) Sempre que em geoestatística qualquer estudo de análise estrutural evidencie a existência de um fenómeno anisotrópico, isto é, que apresente direções privilegiadas de continuidade, é necessário estabelecer a elipse de anisotropia que constitui um instrumento fundamental em tratamentos ulteriores de dados...”* (Góis, 1993)

No decorrer do estudo variográfico, optou-se pelo modelo teórico esférico para ajustar o variograma experimental construído a partir dos valores da resistividade. Este modelo prevê um comportamento linear junto à origem (Eq.22) e é função de dois parâmetros: o patamar (C), limite superior para qual tendem os valores do variograma com o aumento dos valores de h ; e a amplitude (a), distância a partir da qual os valores do variograma param de crescer e são iguais a um patamar que é normalmente coincidente com a variância à priori de $Z(\mathbf{x})$.

$$\gamma(h) = \begin{cases} C[1,5 \frac{h}{a} - 0,5 \frac{h^3}{a^3} & h \leq a \\ C & h > a \end{cases}$$

[Eq.22]

Nas páginas seguintes procedeu-se a análises variográficas seguindo diferentes abordagens, ditadas pelos diferentes arranjos geométricos de informação geo-referenciada disponível.

Assim uma primeira abordagem considera a informação resultante de cada bloco de prospeção. Uma segunda análise variográfica atende à informação obtida a partir de todos os recetores quando os tiros de injeção obedecem a uma mesma configuração. Uma terceira e última perspectiva de análise estrutural considera os valores da resistividade em sucessivos planos a diferentes profundidades.

5.3.1 VARIOGRAMAS EXPERIMENTAIS VS VARIOGRAMA TEÓRICO – BLOCOS DE AMOSTRAGEM DE PROSPEÇÃO

Neste subcapítulo procedeu-se à análise variográfica relativamente à resistividade em cada bloco de amostragem. Tentou-se ajustar o melhor modelo teórico ao variograma experimental de modo a encontrar-se a maior correlação possível entre os pontos de amostragem.

Nas páginas seguintes ilustram-se os variogramas experimentais e os respetivos ajustes com os modelos teóricos selecionados.

Os variogramas experimentais foram construídos a partir da informação geo-referenciada de cada bloco isoladamente. Para cada disparo são obtidos 40 registos, correspondendo a outros tantos locais de receção.

A título de exemplo e considerando o bloco 2, para um disparo efetuado no local Tx2.1 são obtidos 40 valores¹ de resistividade registados pelos recetores Rx1.1, Rx1.2, ..., Rx2.10, Rx3.1 ... Rx4.10 num total de 40 recetores.

¹ Para esta mesma configuração e posicionamento quer do local de disparo quer dos locais de receção são efetuadas várias injeções. O valor considerado é a média dos vários ensaios.

A experiência repete-se para os novos locais de disparo Tx2.2, ..., Tx2.25, mantendo-se sempre a mesma configuração geométrica para os recetores. Em cada bloco são obtidos um total de cerca de 1000 (25 disparos x 40 de receção) valores de resistividade.

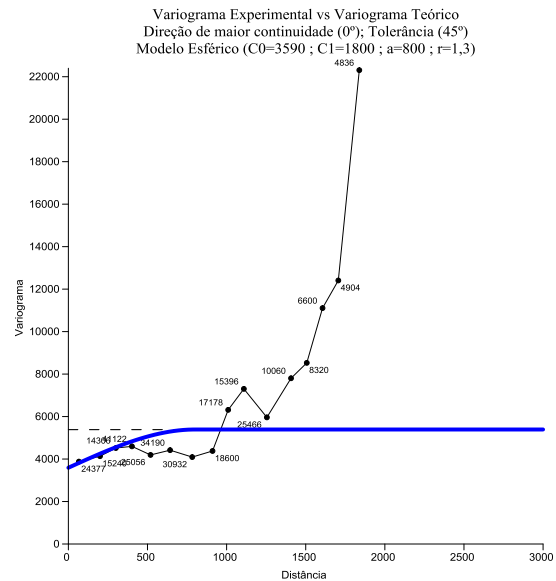


Figura 22. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Bloco 2 de amostragem

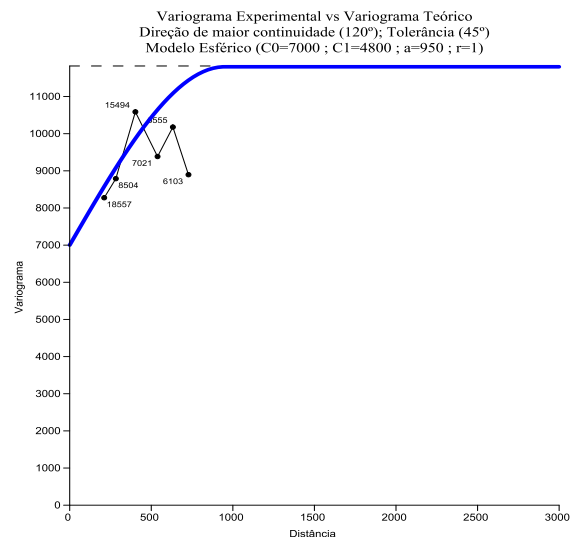


Figura 23. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Bloco 3 de amostragem

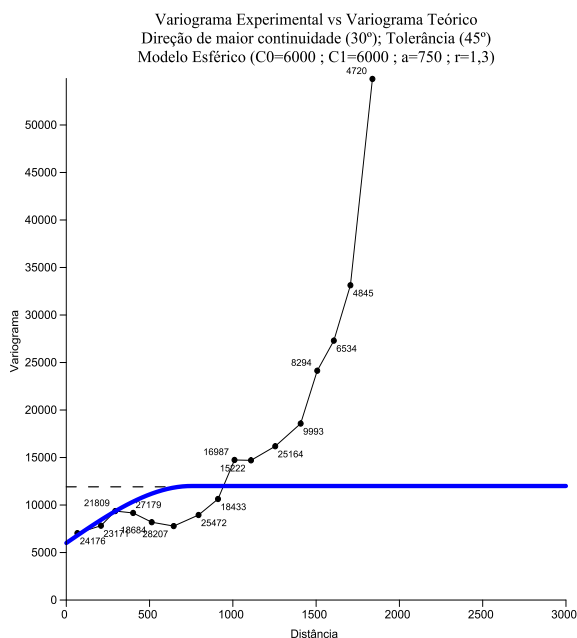


Figura 24. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Bloco 4 de amostragem

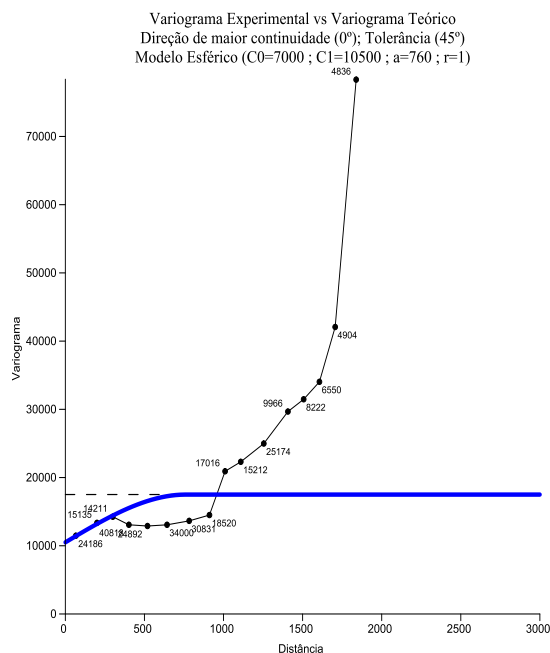


Figura 25. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Bloco 5 de amostragem

Tabela 6. Síntese dos Modelos Teóricos Ajustados e respectivos parâmetros (blocos)

Bloco	Variograma Teórico Ajustado	Direção Principal	Parâmetros dos Variogramas			
			C0	C1*	a	r**
2	Esférico	0°	3590	1800	800	1,3
3	Esférico	120°	7000	4800	950	-
4	Esférico	30°	6000	6000	750	1,3
5	Esférico	0°	10500	7000	760	-
* C1 é a contribuição (Patamar C menos o efeito pepita C0) ** razão de anisotropia geométrica (quociente entre o maior e o menor dos alcances dos variogramas ajustados)						

Da análise dos variogramas anteriores e da Tabela 4 podem retirar-se as seguintes conclusões:

- As direções de maior continuidade da V.R. em estudo encontram-se a 0° para os blocos 2 e 5 e a 30° e 120° para os outros dois blocos. O comportamento do variograma nos blocos 2 e 4 é distinto nas diferentes direções, revelando uma ligeira anisotropia que é sinónimo de uma diferente continuidade espacial nas direções analisadas.
- A existência de uma razão de anisotropia geométrica significa que numa dada direção do variograma, o alcance é superior do que noutras direções. Nos blocos 3 e 5, admitiu-se que os variogramas nas diferentes direções eram suficientemente idênticos para se considerar o modelo de variograma omnidirecional.
- Verifica-se a existência de efeito pepita para todos os modelos de todos os blocos e com valores substancialmente superiores a 15% da variância dos dados. Este fato resulta, em nossa opinião, dos valores de resistividade corresponderem a registos obtidos a diferentes profundidades, o que aumenta significativamente a variância.
- As direções preferenciais de maior continuidade são, nestes variogramas, condicionados pelo “enviesamento” da malha de amostragem, ou seja, do fato de se estar a tratar de valores em pontos alinhados num bloco de dimensões apertadas.

5.3.2 VARIOGRAMAS EXPERIMENTAIS VS VARIOGRAMA TEÓRICO – TIROS DE INJEÇÃO

Neste subcapítulo do nosso trabalho procurou-se agregar toda a informação disponível numa só análise estrutural. Assim a informação que anteriormente tinha sido considerada isoladamente por blocos é agora tratada em conjunto por similitude de geometria de disparo. Ou seja, quando se injeta corrente nos pontos Tx2.1, Tx3.1, Tx4.1 e Tx5.1 é analisada, em conjunto, toda a informação correspondente às receções obtidas em todas as linhas onde estão colocados os recetores.

Esta abordagem corresponde a uma “junção” dos blocos obtidos no subcapítulo anterior, permitindo, desta forma, uma visão de conjunto sobre toda a área em estudo.

Porque cada linha de injeção possui 25 tiros de disparo ir-se-á obter 25 “imagens” de resistividade rececionadas nos 160 recetores (Figura 26).

Esta metodologia secundariza a variável tempo uma vez que na realidade não existe simultaneidade na obtenção das diferentes resistividades.

A título exemplificativo optou-se por ilustrar somente alguns dos variogramas que resultam do tratamento geoestatístico aplicado aos diferentes conjuntos de informação, estando os restantes no Anexo B. Realizar-se-á, porém, uma tabela síntese de todos os variogramas.

Ainda a título de exemplo, o formato de tratamento dos dados evidencia-se num pequeno excerto na tabela 5.

Tabela 7. Pequeno excerto do tratamento dos dados

Pontos de Injeção	Nº	Pontos de Recepção	Coordenadas dos pontos de Injeção	
			X	Y
Tx2.1	1	Rx1.1	800	300
Tx3.1	2	Rx1.2	900	300

Tx4.1	....	....	....	....
	159	Rx4.9	2600	1400
Tx5.1	160	Rx4.10	2700	1400

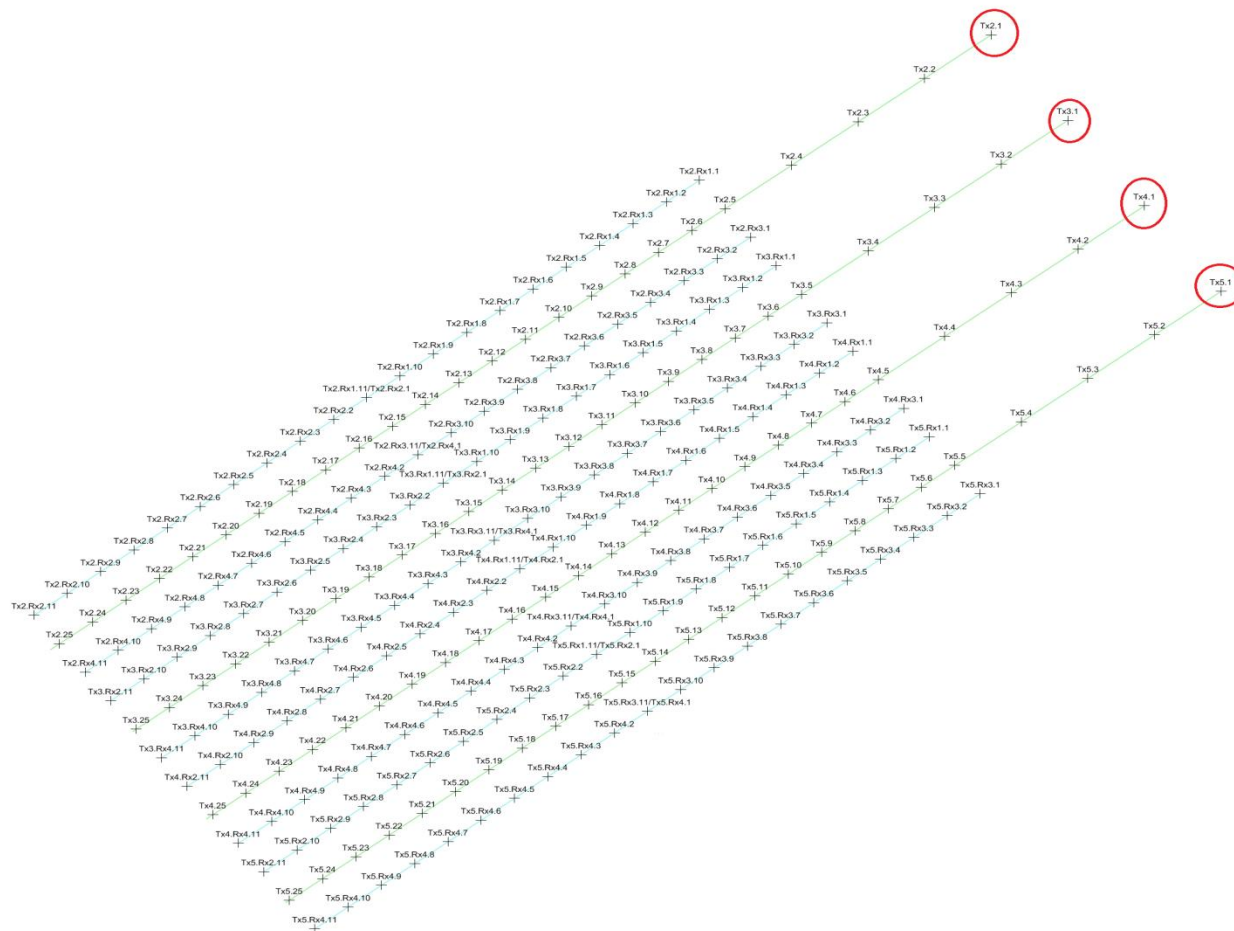


Figura 26.Esquema ilustrativo

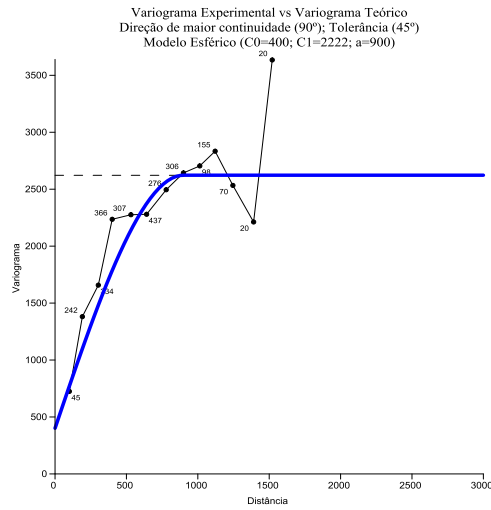


Figura 27. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiro 1 (Tx2.1, Tx3.1, Tx4.1 e Tx5.1)

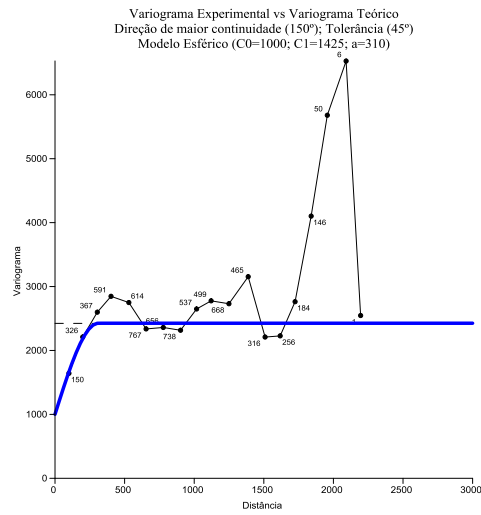


Figura 28. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiro 5 (Tx2.5, Tx3.5, Tx4.5 e Tx5.5)

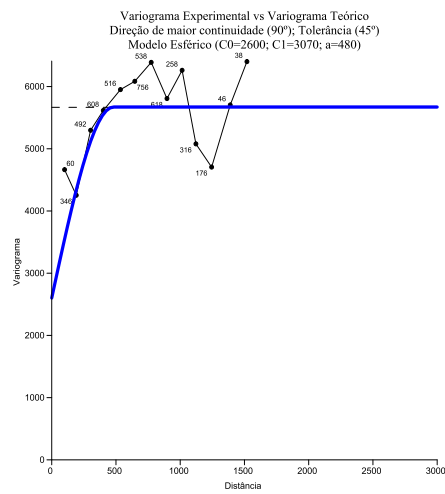


Figura 29. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiro 10 (Tx2.10, Tx3.10, Tx4.10 e Tx5.10)

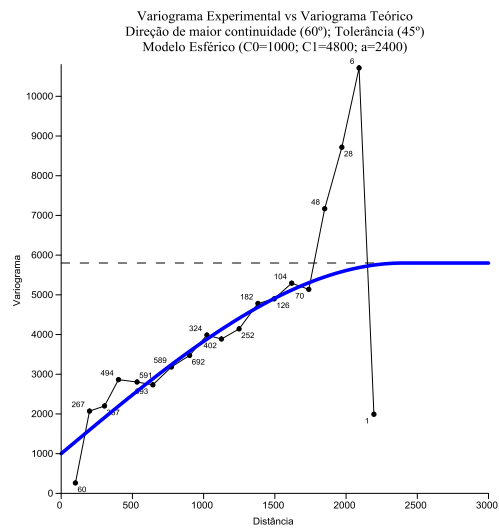


Figura 30. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiro 15 (Tx2.15, Tx3.15, Tx4.15 e Tx5.15)

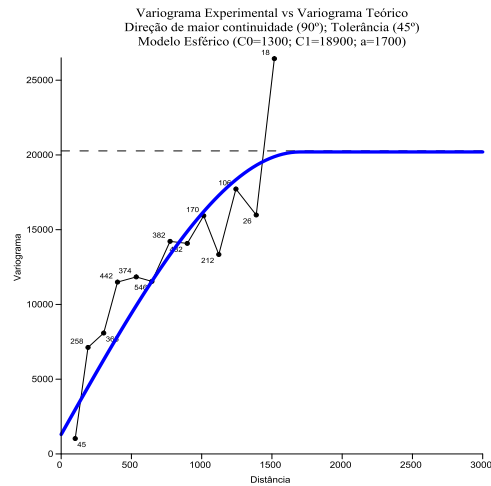


Figura 31. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiro 20 (Tx2.20, Tx3.20, Tx4.20 e Tx5.20)

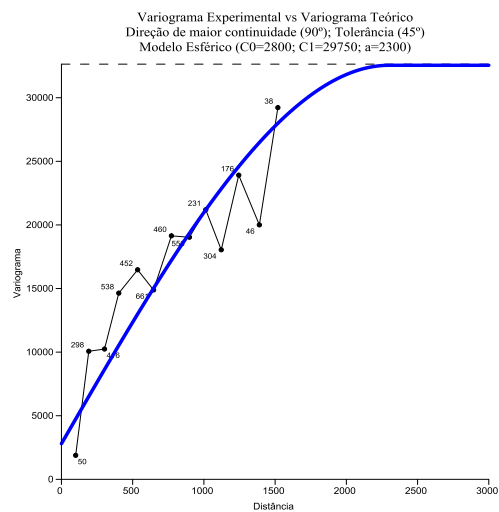


Figura 32. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiro 25 (Tx2.25, Tx3.25, Tx4.25 e Tx5.25)

Tabela 8. Síntese dos Modelos Teóricos Ajustados e respectivos parâmetros (tiros)

Tiros	Variograma Teórico Ajustado	Direção Principal	Parâmetros dos Variogramas			
			C0	C1*	a	r**
1	Esférico	150	1000	1425	310	-
2	Esférico	90	200	1125	700	-
3	Esférico	60	490	774	1000	1,4
4	Esférico	120	250	1380	790	-
5	Esférico	90	2600	3070	480	1,5
6	Esférico	150	550	3775	1350	1,5
7	Esférico	120	200	2430	900	1,2
8	Esférico	120	660	1658	1355	1,3
9	Esférico	60	750	1405	1500	-
10	Esférico	90	400	2222	900	1,2
11	Esférico	90	700	2799	880	1,2
12	Esférico	90	450	3582	940	1,4
13	Esférico	90	450	3950	1050	1,3
14	Esférico	90	0	4600	1300	1,3
15	Esférico	60	1000	4800	2400	1,3
16	Esférico	60	800	11050	1450	1,4
17	Esférico	60	800	13400	1400	1,3
18	Esférico	90	0	16040	1500	1,2
19	Esférico	90	500	17600	1650	1,3
20	Esférico	90	1300	18900	1700	1,4
21	Esférico	90	1500	21030	1800	1,3
22	Esférico	90	1500	24400	1860	1,3
23	Esférico	90	1500	27100	1850	1,3
24	Esférico	90	3000	26800	2000	1,5
25	Esférico	90	2800	29750	2300	1,4
* C1 é a contribuição (Patamar C menos o efeito pepita C0)						
**razão de anisotropia geométrica (quociente entre o maior e o menor dos alcances dos variogramas ajustados)						

Como se pode verificar pela análise dos variogramas anteriores e o respetivo quadro síntese, quando os dados são tratados desta forma, verificam-se efeitos de pepita mais baixos, uma vez que as dimensões adotadas são superiores, a informação é também ela maior o que conduz a menores incertezas.

Verifica-se também, na sua maioria, os dados apresentam razões de anisotropia, o que significa que a correlação entre dados é superior numa dada direção. Devido a este fato, existe um ângulo de anisotropia, igual à direção principal dos variogramas que terá que ser considerado como parâmetro fundamental da análise estrutural.

Por fim, importa salientar que as direções principais são maioritariamente os 90° e os 60° , direções onde foi possível admitir um alcance superior, ou seja, a evidência de uma maior continuidade espacial entre dados, nestas direções.

5.3.3 VARIOGRAMAS EXPERIMENTAIS VS VARIOGRAMA TEÓRICO – PROFUNDIDADE

Neste subcapítulo do nosso trabalho procurou-se agora relacionar a profundidade com a resistividade do solo. Para tal foi necessário proceder-se ao cálculo das respetivas profundidades a partir das distâncias entre os pontos de injeção e os pontos de receção. A figura 33 ilustra o esquema geral de obtenção de cada profundidade.

De modo a identificar as profundidades e as coordenadas relativas a cada resistividade medida foi realizado um pequeno programa em Matlab (a título elucidativo ilustra-se a seguir um exemplo dos cálculos efetuados).

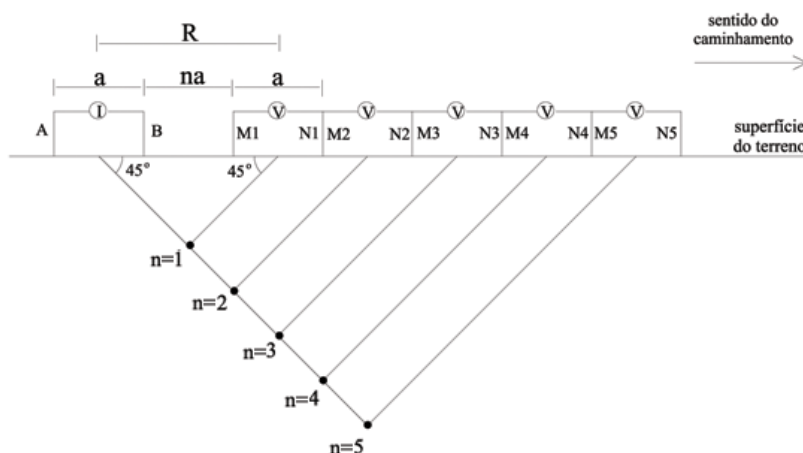


Figura 33. Esquema ilustrativo de obtenção de profundidades

```

% Programa destinado ao cálculo das coordenadas dos pontos médios entre os recetores
cpmx e cpmy e respetiva profundidade relativamente aos registos de resistividade obtidos.

clc
clear

% Coordenada x, cxtiro, do ponto de injeção (exemplo do tx2.1)
cxtiro=0
% Coordenada y, cytiro, do ponto de injeção (exemplo do tx2.1)
cytiro=400
% Coordenadas x, dos pontos de receção (exemplo para rx1.1,rx1.2,rx1.3 e rx1.4)
x=[800 ; 900 ; 1000 ; 1100]
% Coordenadas y, dos pontos de receção (exemplo para rx1.1,rx1.2,rx1.3 e rx1.4)
y=[300 ; 300 ; 300 ; 300]
% Resistividades associadas aos pontos de receção (exemplo para rx1.1,rx1.2,rx1.3 e rx1.4)
r=[66.59; 26.1; 33.2]

n=length(x)
for i=1:n-1

% Média entre coordenada x de dois recetores consecutivos (exemplo para rx1.1 e rx1.2)
    cx(i)=(x(i)+x(i+1))/2
% Cálculo das coordenadas médias entre o ponto de injeção e os recetores
    cpmx(i)=(cx(i)+cxtiro)/2
    cpmy(i)=(cy(i)+cytiro)/2
% Cálculo das profundidades associadas a cada novo ponto
    prof(i)=(sqrt(((cpmx(i)-cxtiro)^2)+((cpmy(i)-cytiro)^2)))/2
end

% Representação das novas coordenadas cpmx e cpmy, da profundidade associada e a
respetiva resistividade
dados=[cpmx' cpmy' prof' r]

```

Os variogramas que a seguir se apresentam, foram seleccionados por forma a posteriormente se obterem mapas de iso-resistividades a determinadas profundidades. Estas profundidades foram também elas escolhidas para se poder confrontar os mapas de iso-resistividades obtidos pela abordagem geoestatística agora preconizada com os mapas obtidos por outras abordagens.

Análise Variográfica (Prof. = 55.9) - Ajuste do Modelo Teórico ao Variograma Experimental
Variograma Teórico - Modelo Esférico (C = 2480; C0 = 500; a = 800; r =1.2)
Direction: 150.0 Tolerance: 30.0

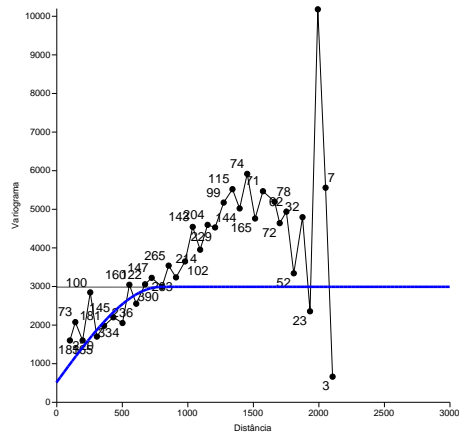


Figura 34. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 55.9 m

Análise Variográfica (Prof. = 182.0) - Ajuste do Modelo Teórico ao Variograma Experimental
Variograma Teórico - Modelo Esférico (C = 695; C0 = 300; a = 1400; r =1.3)
Direction: 30.0 Tolerance: 30.0

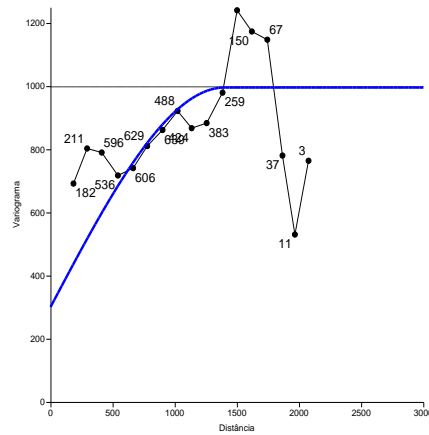


Figura 35. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 182 m

Análise Variográfica (Prof. = 230.5) - Ajuste do Modelo Teórico ao Variograma Experimental
Variograma Teórico - Modelo Esférico (C = 858; C0 = 600; a = 1100; r =1.3)
Direction: 30.0 Tolerance: 30.0

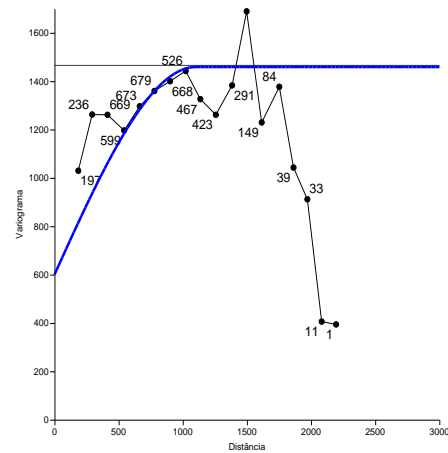


Figura 36. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 230.5 m

Análise Variográfica (Prof. = 378.0) - Ajuste do Modelo Teórico ao Variograma Experimental
Variograma Teórico - Modelo Esférico (C = 2450; C0 = 1300; a = 800; r = 1.4)
Direction: 60.0 Tolerance: 30.0

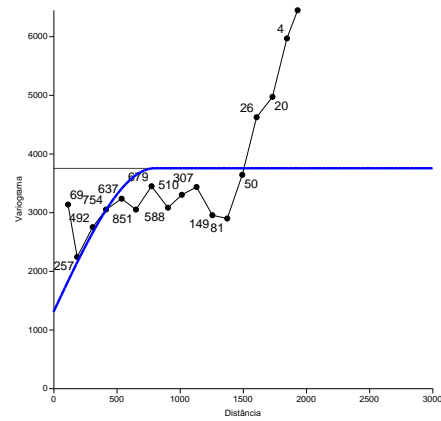


Figura 37. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 378 m

Análise Variográfica (Prof. = 427.9) - Ajuste do Modelo Teórico ao Variograma Experimental
Variograma Teórico - Modelo Esférico (C = 3950; C0 = 500; a = 600; r = 1.2)
Direction: 30.0 Tolerance: 30.0

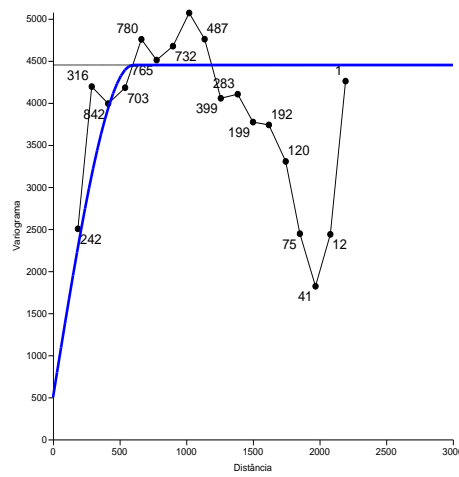


Figura 38. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 427.9 m

Análise Variográfica (Prof. = 626.9) - Ajuste do Modelo Teórico ao Variograma Experimental
Variograma Teórico - Modelo Esférico (C = 9400; C0 = 4000; a = 510; r = 1.3)
Direction: 120.0 Tolerance: 30.0

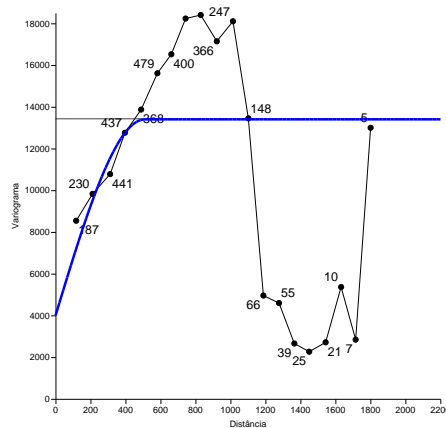


Figura 39. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 626.9 m

Análise Variográfica (Prof. = 726.7) - Ajuste do Modelo Teórico ao Variograma Experimental
Variograma Teórico - Modelo Esférico (C = 20400; C0 = 0; a = 300; r =1.3)
Direction: 30.0 Tolerance: 30.0

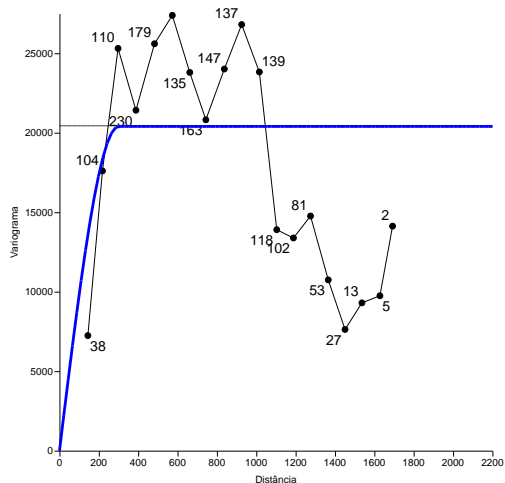


Figura 40. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 726.7 m

Análise Variográfica (Prof. = 876.0) - Ajuste do Modelo Teórico ao Variograma Experimental
Variograma Teórico - Modelo Esférico (C = 47500; C0 = 3000; a = 550; r =1.2)
Direction: 30.0 Tolerance: 30.0

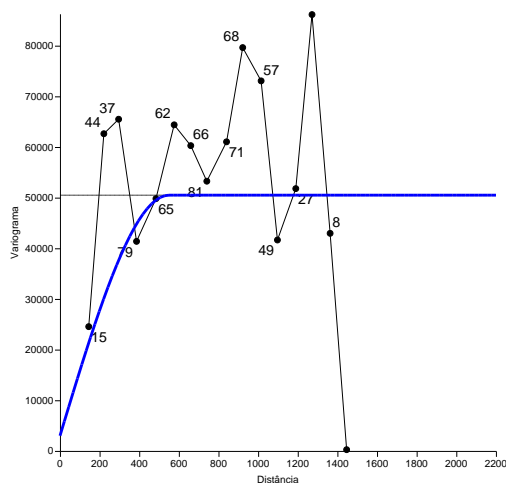


Figura 41. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Profundidade de 876 m

Tabela 9. Síntese dos Modelos dos Variogramas Teóricos Ajustados e respectivos parâmetros

Profundidade	Variograma Teórico Ajustado	Direção Principal	Parâmetros dos Variogramas			
			C0	C1*	a	r**
55.9	Esférico	150	500	2480	800	1.2
182	Esférico	90	300	695	1400	1.3
230.5	Esférico	60	600	858	1100	1.3
378	Esférico	120	1300	2450	800	1.4
427	Esférico	90	500	3950	600	1.2
626.9	Esférico	150	4000	9400	510	1.3
726.9	Esférico	120	—	20400	300	1.3
876	Esférico	120	3000	47500	550	1.2
* C1 é a contribuição (Patamar C menos o efeito pepita C0)						
**razão de anisotropia geométrica (quociente entre o maior e o menor dos alcances dos variogramas ajustados)						

Como se pode verificar pela análise dos variogramas e da Tabela 7 constata-se que todos os variogramas apresentam uma ligeira anisotropia, o que significa que a correlação espacial entre dados é superior numa dada direção.

Com o aumento de profundidade verifica-se uma tendência para o aumento do patamar dos variogramas ($C_0 + C_1$). Esta evidência não surpreende pelo simples fato de indiciar um aumento da variância (leia-se incerteza) associada à correlação espacial entre os dados.

O efeito de pepita em quase todos os variogramas mantém-se em valores aceitáveis (inferior a 30% da variância à priori) o que valida a estrutura espacial dos dados.

A variação em profundidade da direção principal de anisotropia revela-se numa heterogeneidade geométrica na relação espacial da resistividade.

Com base na identificação de continuidade espacial da V.R. em estudo seguem-se os tratamentos geoestatísticos subsequentes em particular aqueles que, por krigagem, vão conduzir à representação espacial do fenómeno em estudo.

5.4 KRIGAGEM

A Krigagem enquanto método de inferência espacial, a estimativa de valores desconhecidos a partir de valores registados, inicia-se com a recolha de amostras georreferenciadas, sendo um método muito utilizado em fenómenos relacionados com as ciências da Terra.

O termo Krigagem deriva do nome do Eng.º Daniel G. Krige e foi atribuído em sua homenagem devido a ter sido o pioneiro na aplicação de técnicas estatísticas em avaliação mineira. Este método é um processo de estimação de valores de variáveis distribuídas no espaço, tendo em consideração os valores previamente conhecidos e adjacentes ao valor estimado. Esta estimação está dependente da análise variográfica. Este método é muitas vezes comparado a outros métodos de estimação, contudo apenas este método apresenta estimativas não enviesadas e com minimização da variância de estimação associada ao valor a determinar.

A Krigagem oferece várias variantes tais como a krigagem simples, krigagem da média, krigagem ordinária e krigagem universal. De todas estas, a mais comum será a krigagem ordinária, também conhecida como krigagem normal.

Entre as estimativas geoestatísticas e as dos demais métodos de interpolação numérica, as primeiras são de qualidade bastante superior uma vez que fazem uso da função variograma, que permite identificar e considerar a presença de anisotropias na V.R. Deste modo, a existência ou não de correlação espacial indicar-nos-á qual o processo de inferência espacial a ser utilizado (Figura 42).

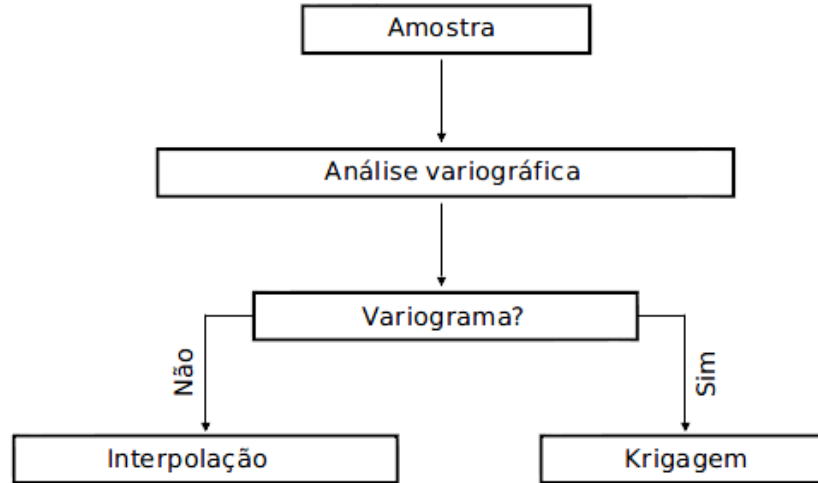


Figura 42. Interpolação ou Krigagem, dependendo da obtenção de variograma (Fonte: Degus)

Subentende-se da figura anterior que para se aplicar a krigagem é necessário conhecer várias realizações de $Z(\kappa_i)$ nos vários locais κ_i , assim como já se ter elaborado o semivariograma da variável. O interesse deste método será, portanto, a estimação de um valor Z^* na posição κ_0 . Esse valor estimado é dado por:

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i)$$

[Eq.23]

em que:

- n é o número de amostras conhecidas de $Z(\kappa)$ envolvidas na estimação de $Z^*(\kappa_0)$;
- λ_i são os pesos associados a cada valor medido de $Z(x_i)$.

É necessário ter em conta que, no caso de haver dependência espacial, então os pesos variam de acordo com a distância e direção entre o ponto a ser estimado e os valores medidos envolvidos nas estimativas.

Para se fazer a melhor estimativa possível são necessárias duas premissas. A primeira baseia-se no não enviesamento do estimador, isto é, o estimador deve ser não tendencioso. Para que isso ocorra, a soma dos pesos das amostras tem, obrigatoriamente, de se igualar a 1 (Eq.24). A segunda premissa pronuncia que a variância da estimativa é mínima (Eq.25), e para que isso aconteça, a primeira necessita de se verificar. Após essa verificação, é introduzido o multiplicador de Lagrange para a dedução das equações de krigagem.

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

[Eq.24]

$$Var[Z^*(x_0) - Z(x_0)] = \text{mínimo}$$

[Eq.25]

Deste modo, o sistema de Krigagem resultante é:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma(x_i, x_j) + \mu = \gamma(x_i, x_0)$$

[Eq.26]

em que μ é o multiplicador de Lagrange.

Por sua vez, a variância de estimação é dada por:

$$\sigma_E^2 = \mu + \sum \lambda_i \gamma(x_i, x_0)$$

[Eq.27]

O sistema de equações de krigagem contém $n+1$ equações e mesmo número de incógnitas. Apenas uma única solução é que produz n pesos e um multiplicador de Lagrange. Simbolicamente, a matriz é escrita como:

$$A\lambda = b$$

[Eq.28]

em que:

- A é a matriz das semivariâncias dos valores amostrados envolvidos na estimativa de $Z^*(x_0)$;
- λ é a matriz coluna que contém os pesos λ_i e o multiplicador de Lagrange;
- b é a matriz coluna das semivariâncias entre os valores amostrados e o ponto a ser amostrado.

A matriz dos pesos é dada por:

$$\lambda = A^{-1}b \quad [\text{Eq.29}]$$

em que as matrizes se caracterizam como:

$$A = \begin{bmatrix} \gamma(x_1, x_1) & \gamma(x_1, x_2) & \dots & \gamma(x_1, x_n) & 1 \\ \gamma(x_2, x_1) & \gamma(x_2, x_2) & \dots & \gamma(x_2, x_n) & 1 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \gamma(x_n, x_1) & \gamma(x_n, x_2) & \dots & \gamma(x_n, x_n) & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \lambda_n \\ \mu \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} \gamma(x_1, x_0) \\ \gamma(x_2, x_0) \\ \cdot \\ \cdot \\ \gamma(x_n, x_0) \\ 1 \end{bmatrix},$$

Pode observar-se que a matriz A é simétrica e a sua diagonal principal é igual a zero ou igual ao valor do efeito pepita; os valores unitários nas matrizes A e b são consequência da introdução do multiplicador de Lagrange. Este sistema deverá ser resolvido para cada estimativa Z^* e para cada variação do número de amostras envolvidos no processo de estimação.

No caso desta dissertação, todos estes cálculos foram efetuados com recurso ao software SURFER (versão 8) e cujo resultado final são as representações cartográficas das isoresistividades.

Os modelos de dispersão espacial (leia-se mapas de isoresistividades) que irão ser representados a seguir, foram calculados com base nos modelos teóricos ajustados dos variogramas teóricos. Os mapas resultantes serão superfícies contínuas com curvas identificando valores de resistividade.

5.4.1 MODELO DE DISPERSÃO ESPACIAL – BLOCOS DE AMOSTRAGEM

Os mapas representados, obtidos com base na análise variográfica efetuada em 5.3.1, tem como objetivo principal identificar os locais da área em estudo (independentemente da profundidade) aonde se verificam os valores mais elevados da resistividade.



Figura 43. Escala de Resistividades (Ohm.m)

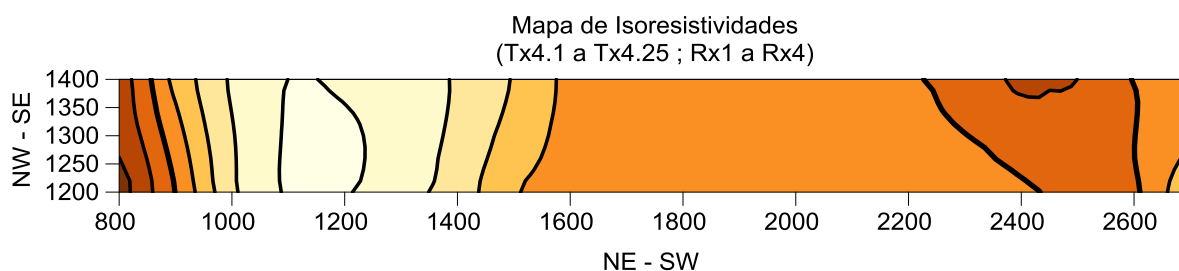


Figura 44. Mapa Comportamento Bloco 5

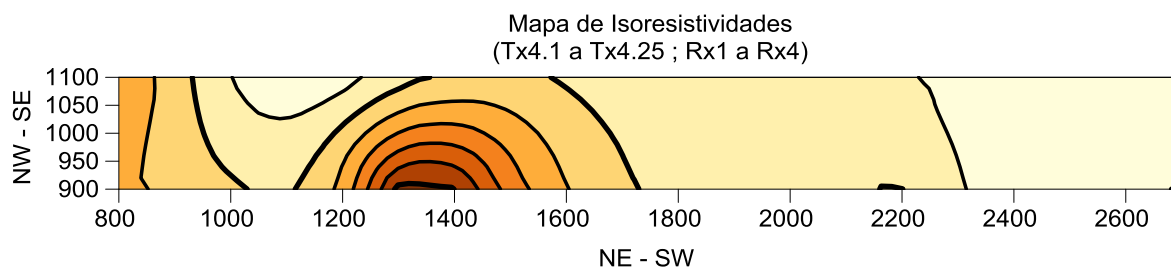


Figura 45. Mapa Comportamento Bloco 4

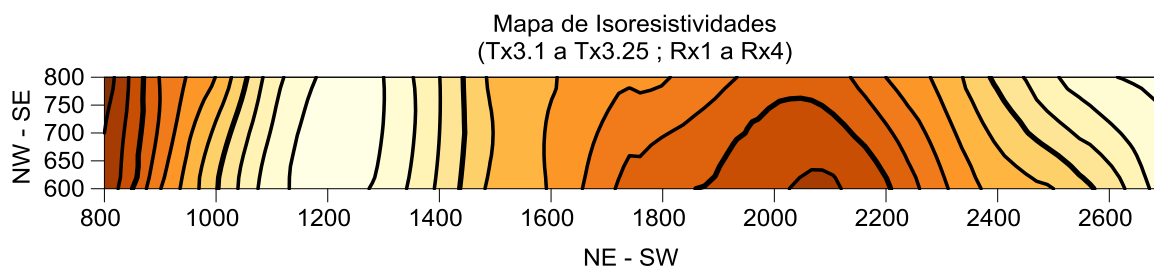


Figura 46. Mapa Comportamento Bloco 3

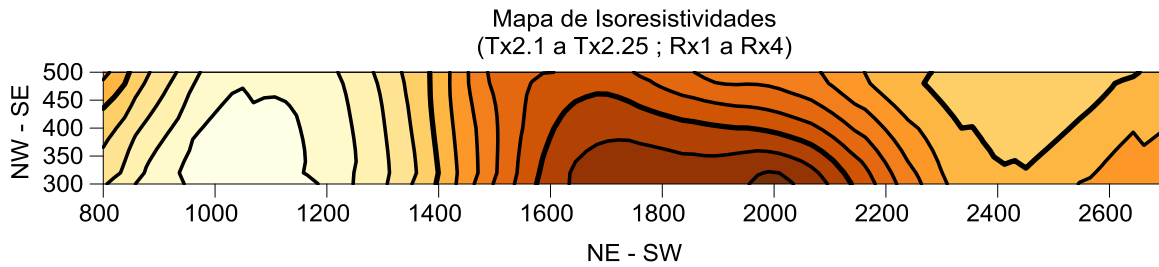


Figura 47. Mapa Comportamento Bloco 2

Pelo que se pode interpretar nestes mapas as zonas de elevadas resistividades localizam-se no centro e nas margens dos blocos. Nestas zonas consegue-se observar nitidamente resistividades na ordem dos 120 Ohm.m e 140 Ohm.m.

A observação sequencial dos mapas produzidos parece indicar uma zona contínua de baixas resistividade entre as coordenadas $x=1000$ e $x=1300$ metros.

Esta representação expedita de dispersão espacial das resistividades permite elaborar uma série de conjecturas a esclarecer em tratamentos geoestatísticos posteriores.

5.4.2 MODELO DE DISPERSÃO ESPACIAL – TIROS DE INJEÇÃO

Os mapas de isoresistividades obtidos neste subcapítulo resultam da análise variográfica efetuada em 5.3.2 e com base numa metodologia muito semelhante à do subcapítulo anterior, foi possível uma representação cartográfica das isoresistividades numa malha mais alargada. Os diferentes mapas correspondem a diferentes “perfis” de isoresistividades que resultam da localização dos tiros de injeção.

Faz-se notar que a geometria que resulta dos diferentes tiros de injeção versus localização dos recetores mantem-se igual para todos os blocos.

Face à grande quantidade de outputs obtidos (25 mapas) optou-se por, no corpo do texto da tese, representar somente 6 dos mapas obtidos (os restantes mapas encontram-se no Anexo C).

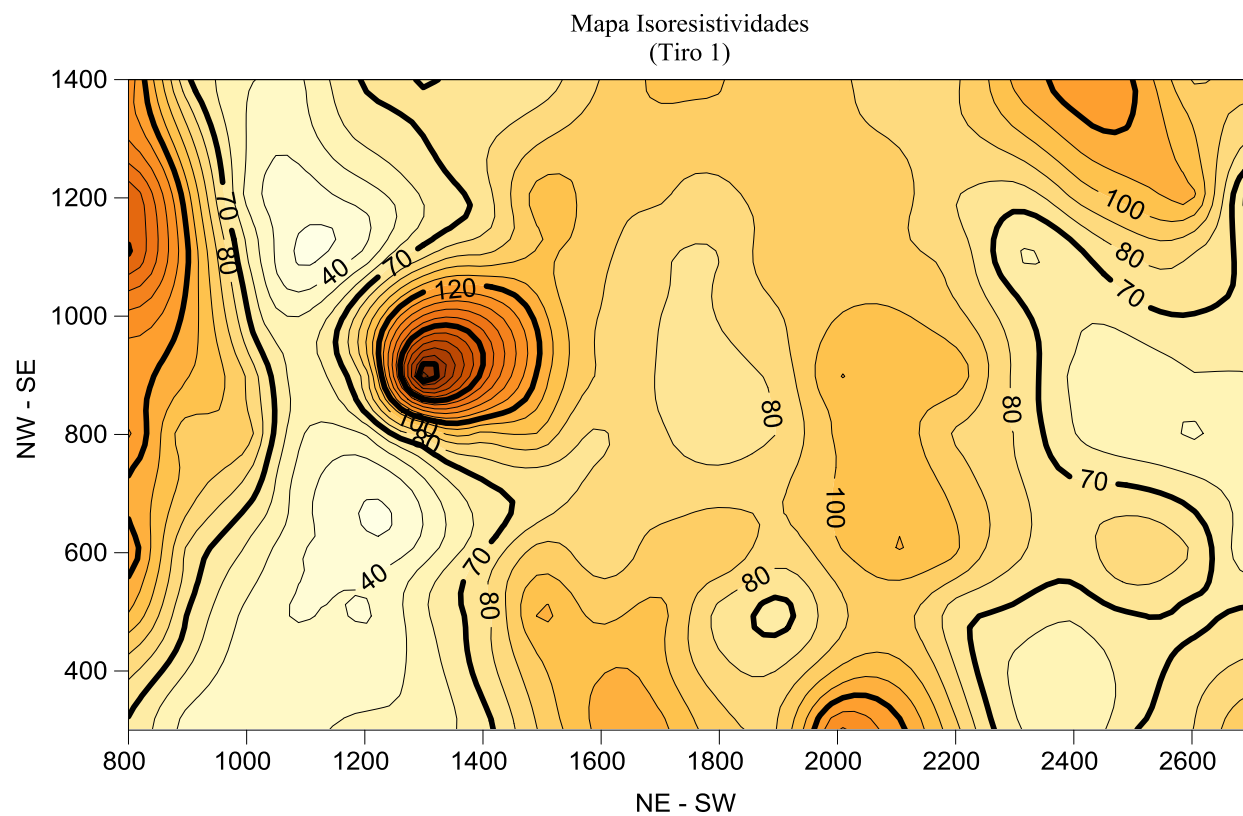


Figura 48. Mapa Comportamento Tiro 1 (Tx2.1, Tx3.1, Tx4.1 e Tx5.1)

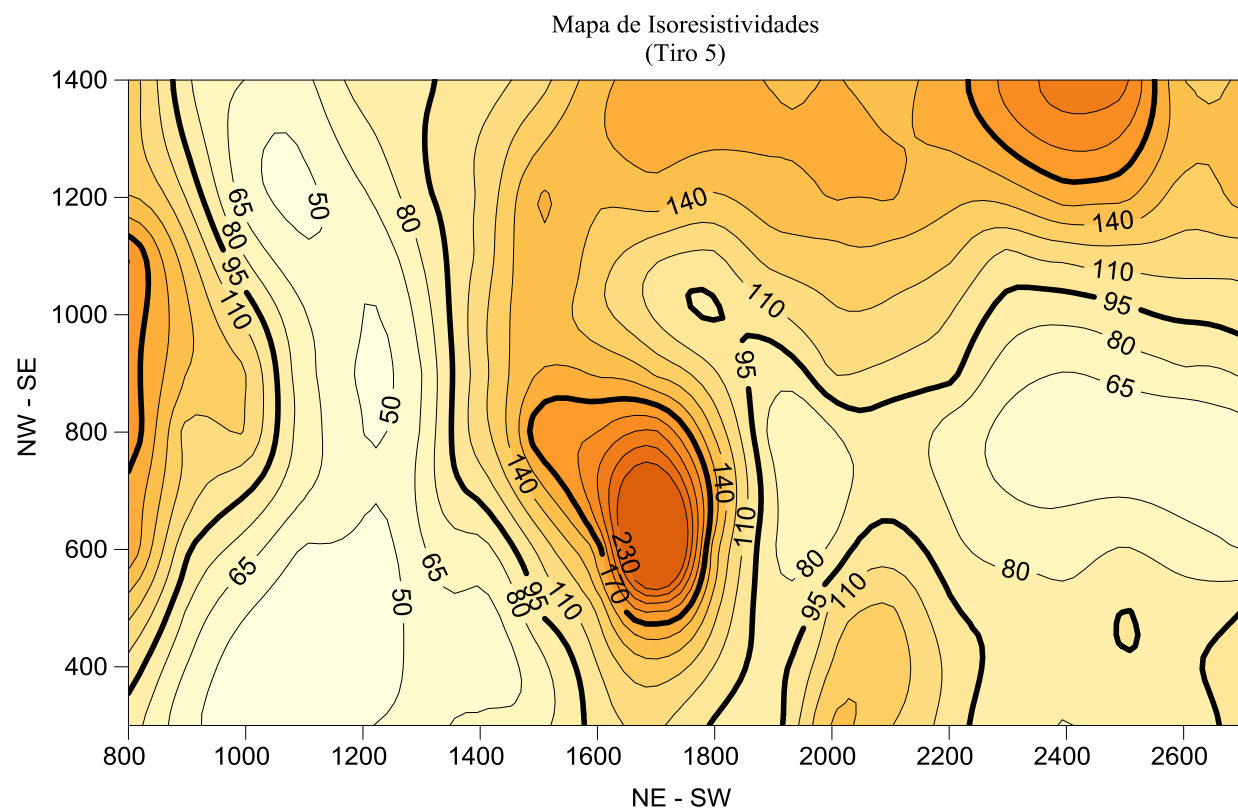


Figura 49. Mapa Comportamento Tiro 5 (Tx2.5, Tx3.5, Tx4.5 e Tx5.5)

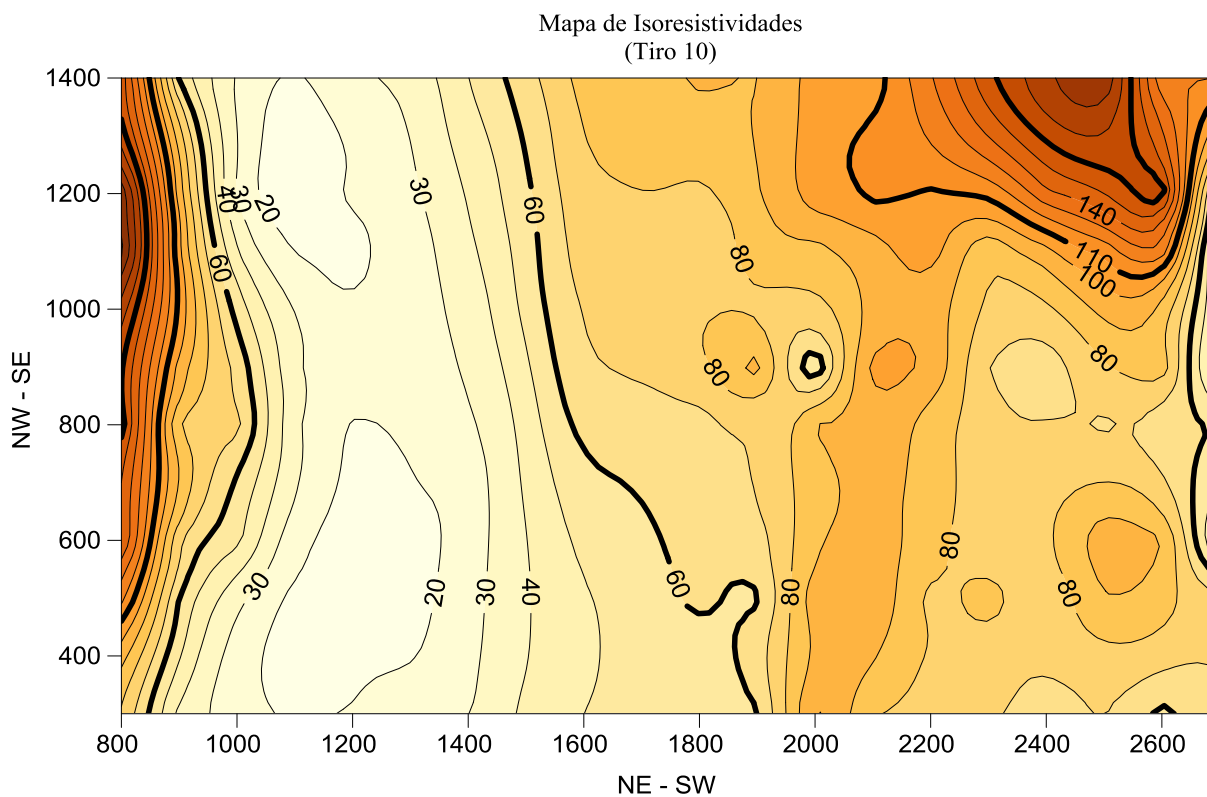


Figura 50. Mapa Comportamento Tiro 10 (Tx2.10, Tx3.10, Tx4.10 e Tx5.10)

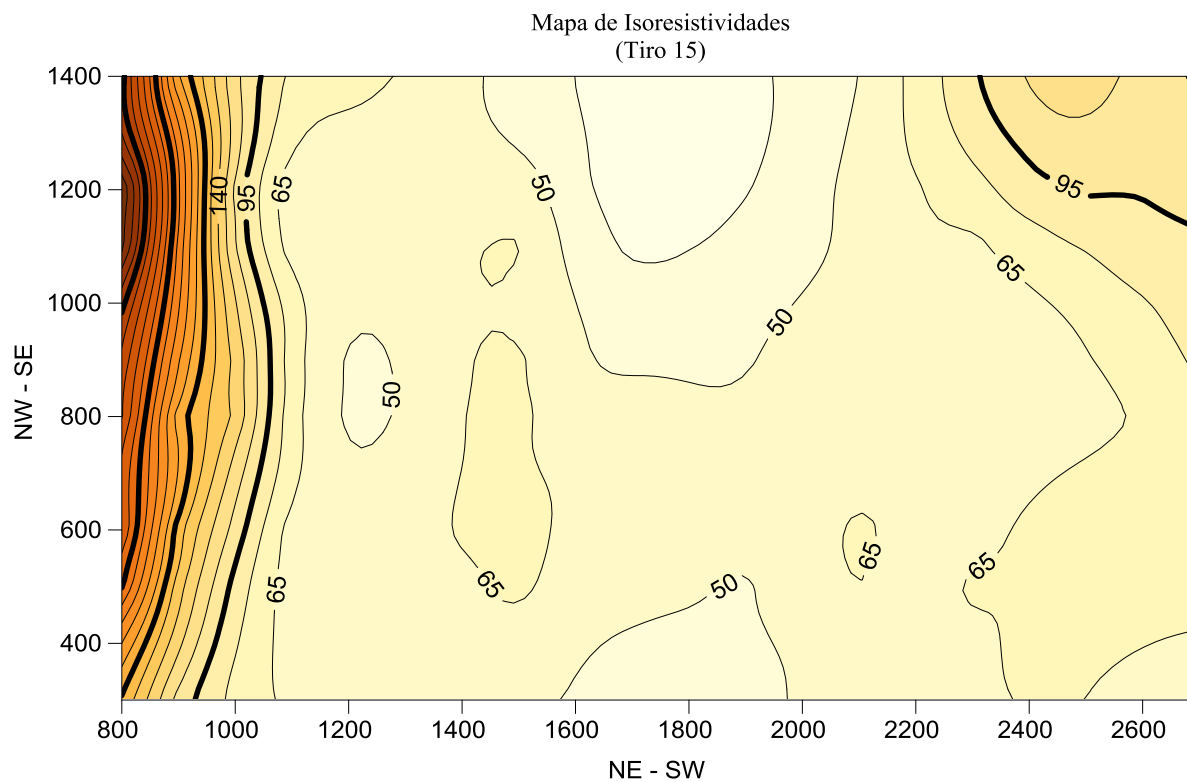


Figura 51. Mapa Comportamento Tiro 15 (Tx2.15, Tx3.15, Tx4.15 e Tx5.15)

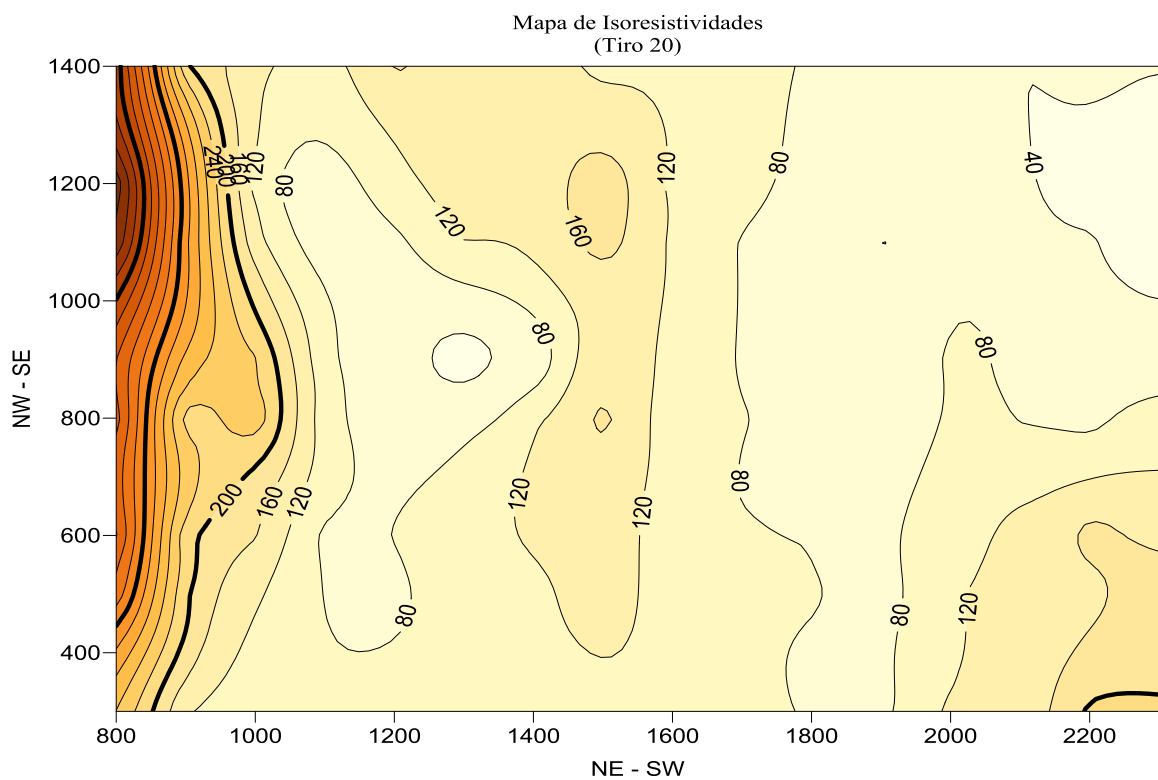


Figura 52. Mapa Comportamento Tiro 20 (Tx2.20, Tx3.20, Tx4.20 e Tx5.20)

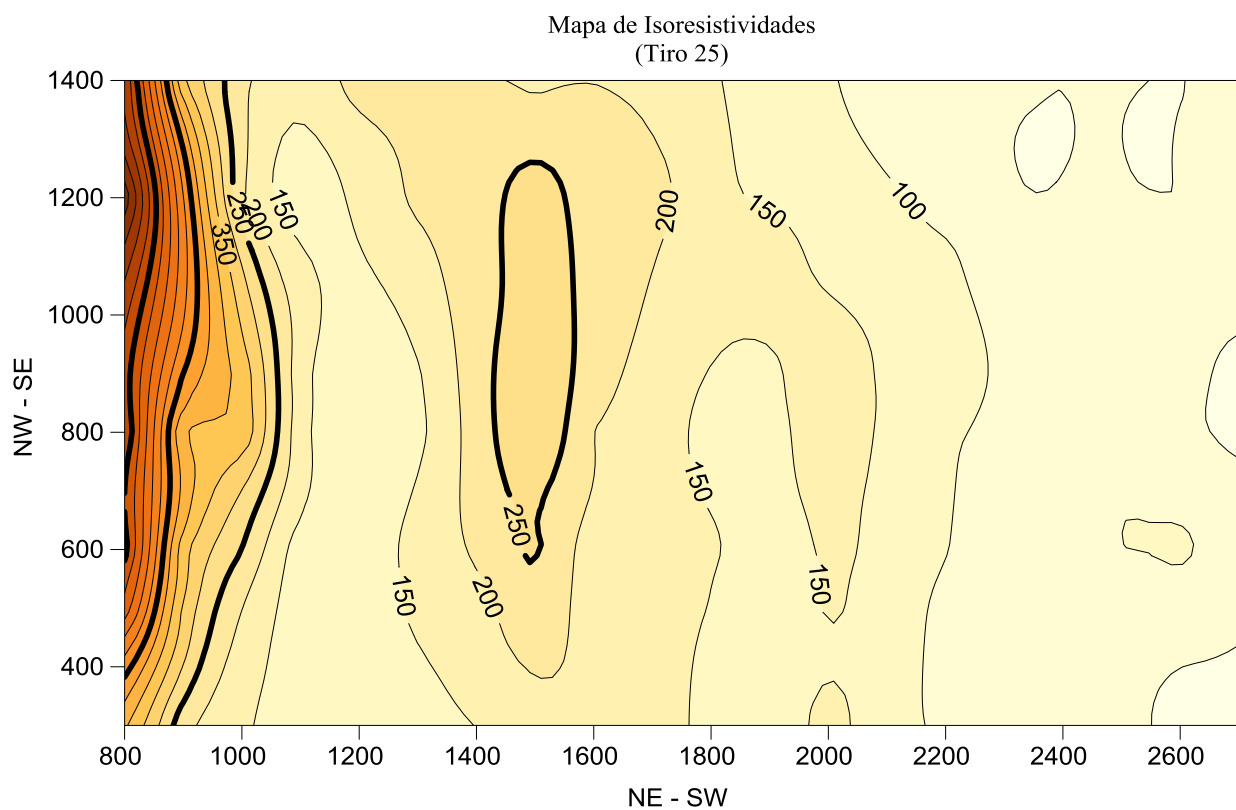


Figura 53. Mapa Comportamento Tiro 25 (Tx2.25, Tx3.25, Tx4.25 e Tx5.25)

Como se pode ver, na demonstração desta forma de planta, consegue-se identificar melhor as zonas de maior resistividade, sendo estas os extremos esquerdo, extremo superior direito e o centro da planta.

Estas representações permitem, com maior pormenor identificar (independentemente da profundidade) uma sistemática zona de resistividade mais elevada localizada a NE dos mapas. Esta zona evidencia uma apreciável continuidade segundo a direção NW-SE. Em concordância com esta área de resistividades mais elevada, desenvolve-se, paralelamente, uma zona de baixas resistividades com uma direção aproximadamente idêntica à área de altas resistividades.

O núcleo central das representações cartográficas evidencia, na maioria dos mapas, resistividades elevadas. Em algumas representações o extremo SW dos mapas volta a apresentar igualmente um acréscimo dos valores de resistividades.

Esta diversidade de situações deve-se às diferentes configurações geométricas (e consequentes profundidades atingidas) dos tiros de injeção versus distância aos recetores.

5.4.3 MODELO DE DISPERSÃO – PROFUNDIDADE

Conscientes que a profundidade desempenha, neste tipo de fenómeno, um papel crucial e uma vez que estavam já anteriormente identificadas, em planta, as principais zonas de dispersão espacial de resistividade, propusemo-nos analisar a variação da resistividade em diferentes profundidades.

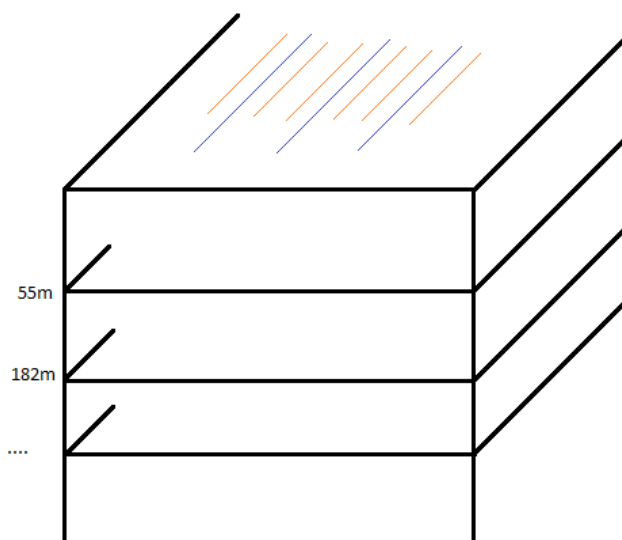


Figura 54. Esquema metodológico do tratamento dos dados de resistividades em profundidade

Atendendo à enorme quantidade de representações que era possível obter a partir desta abordagem, também neste subcapítulo houve necessidade de selecionar algumas profundidades que se julgaram mais representativas.

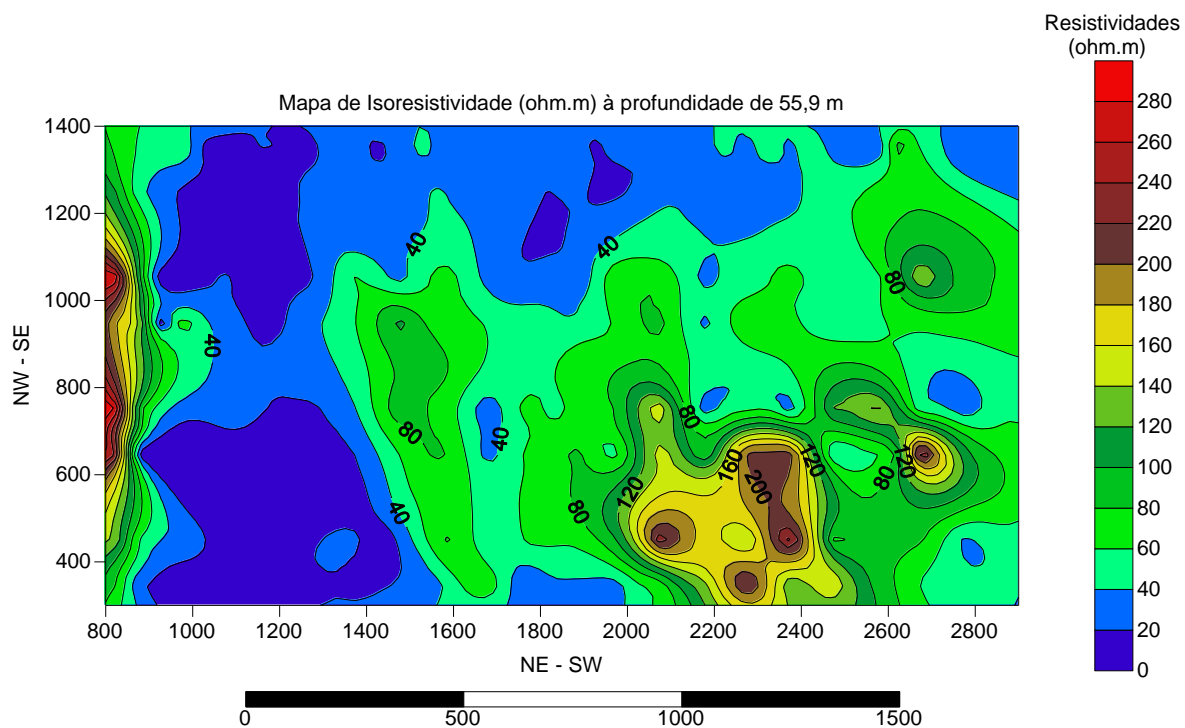


Figura 55. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 55,9m

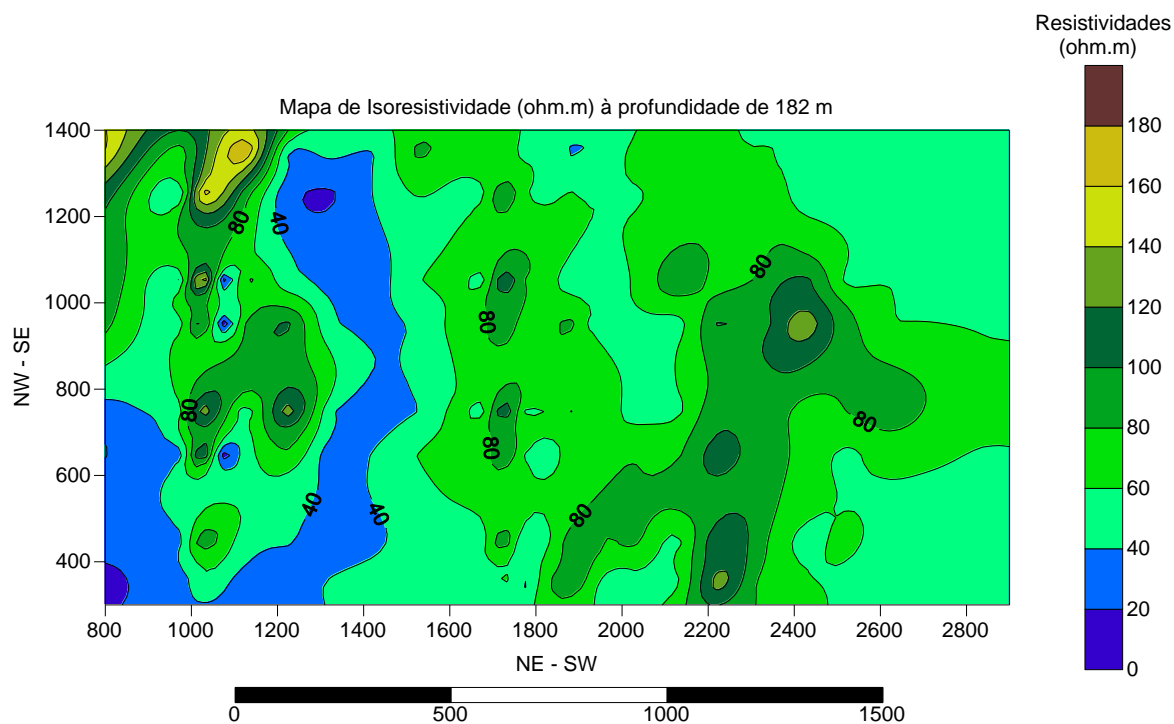


Figura 56. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 182m

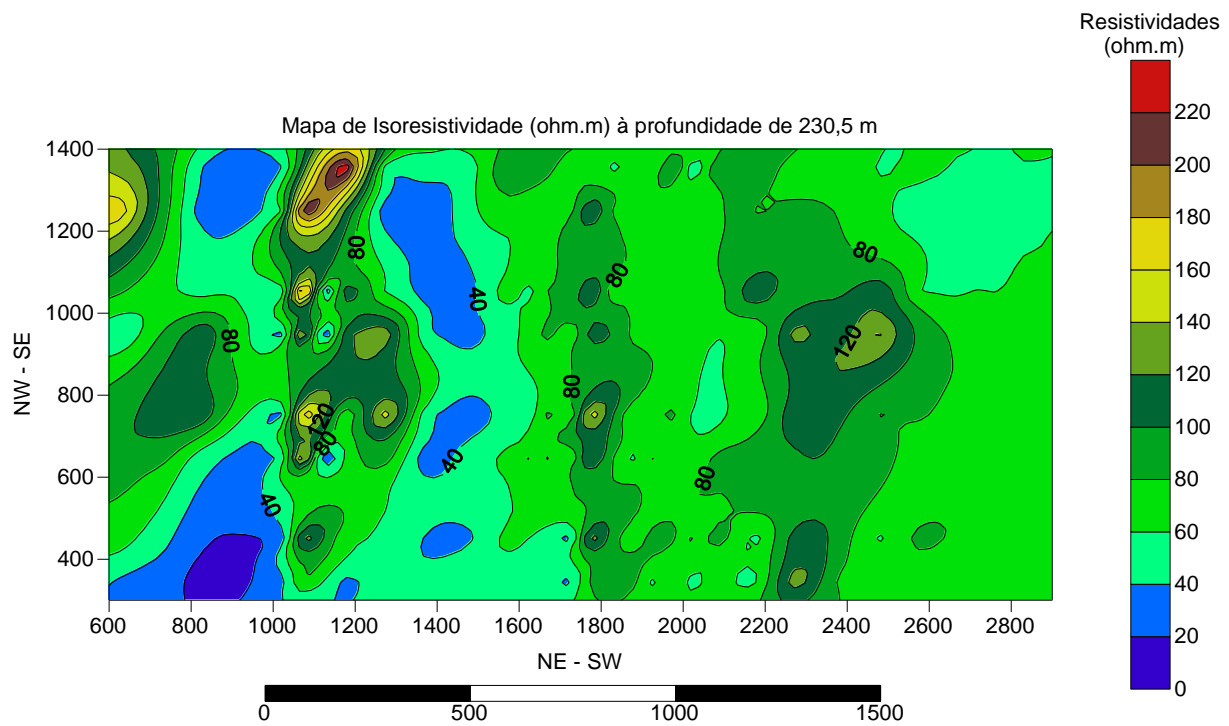


Figura 57. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 230,5m

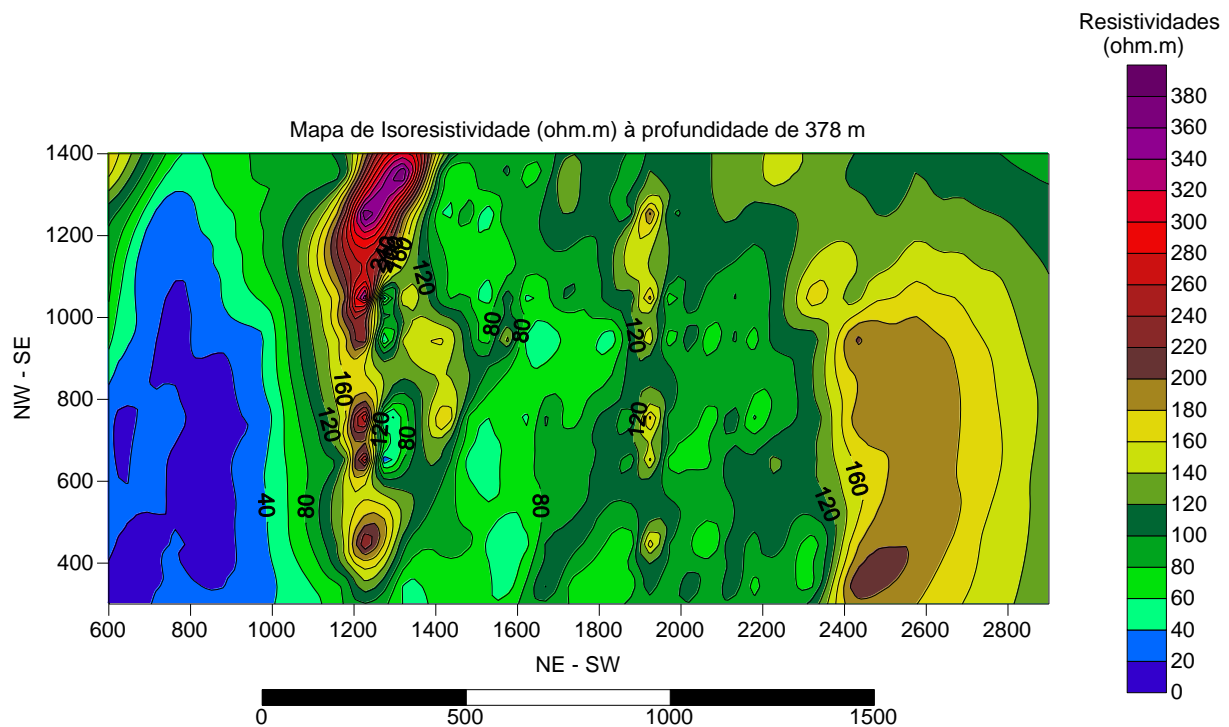


Figura 58. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 378m

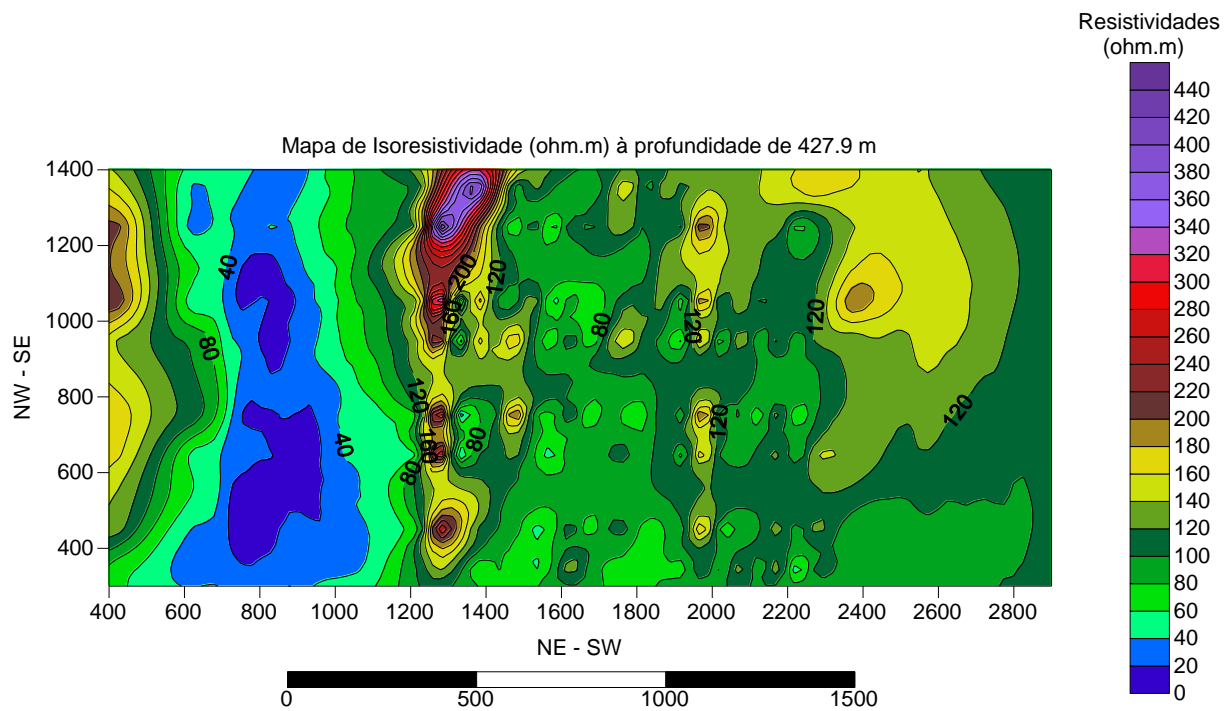


Figura 59. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 427,9m

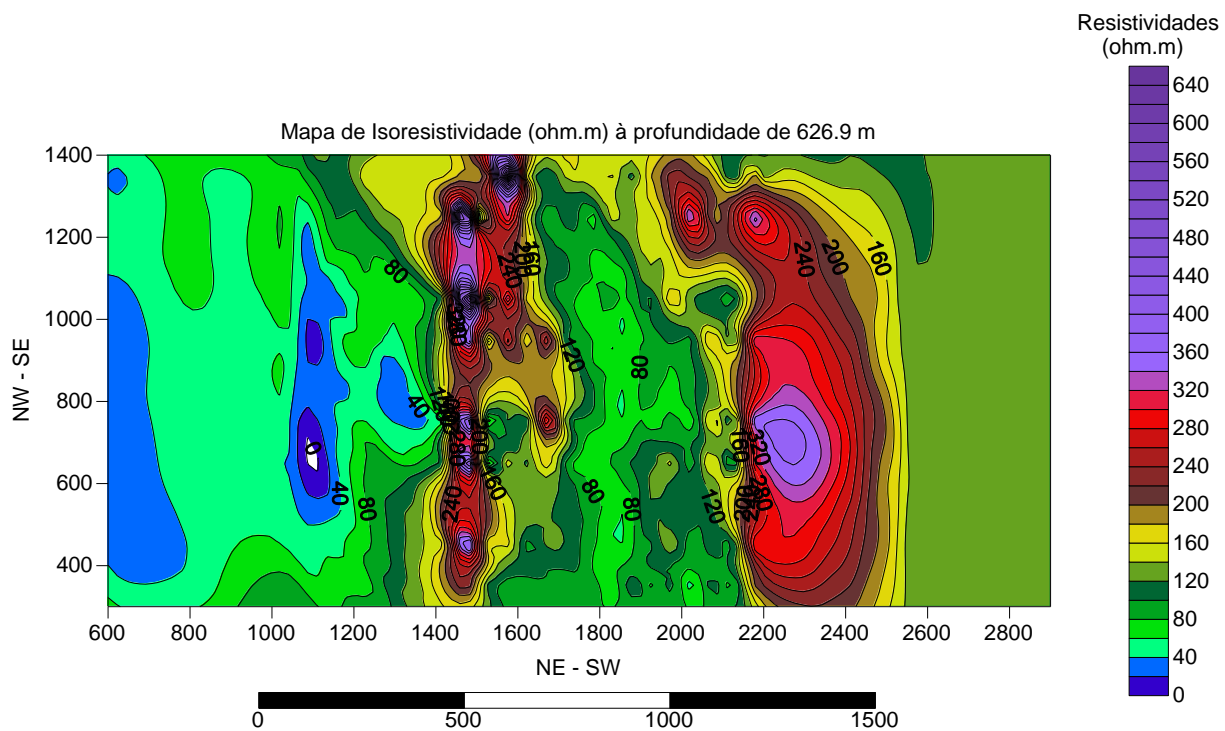


Figura 60. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 626,9m

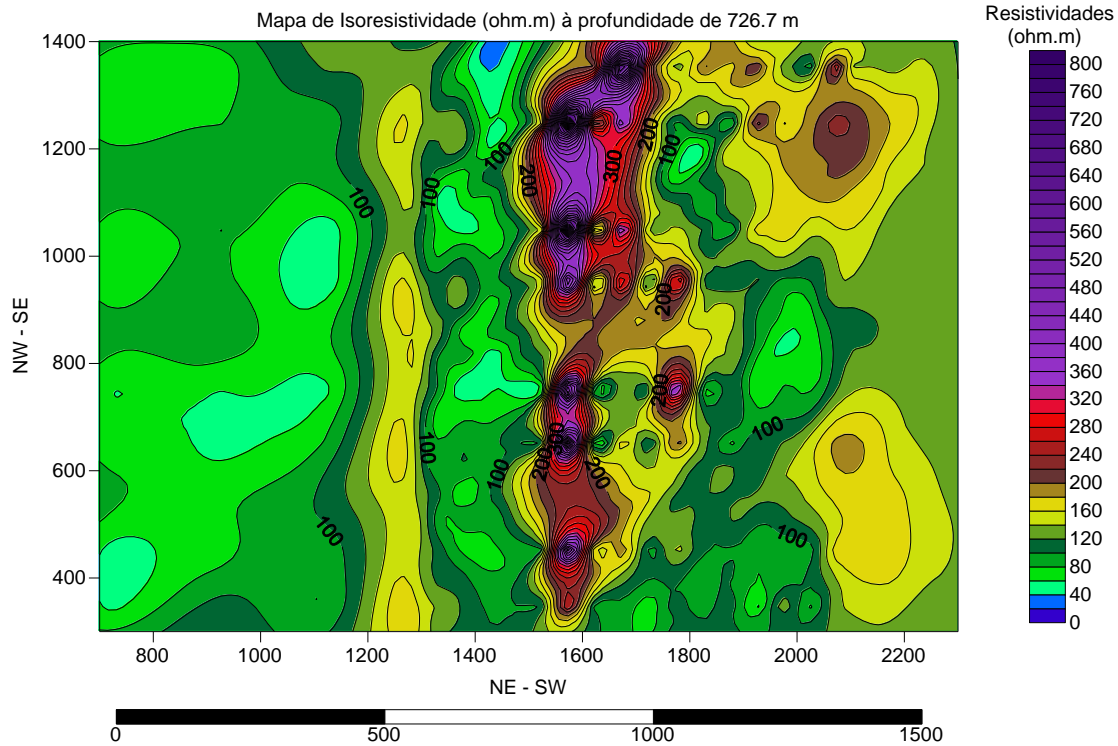


Figura 61. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 726,7m

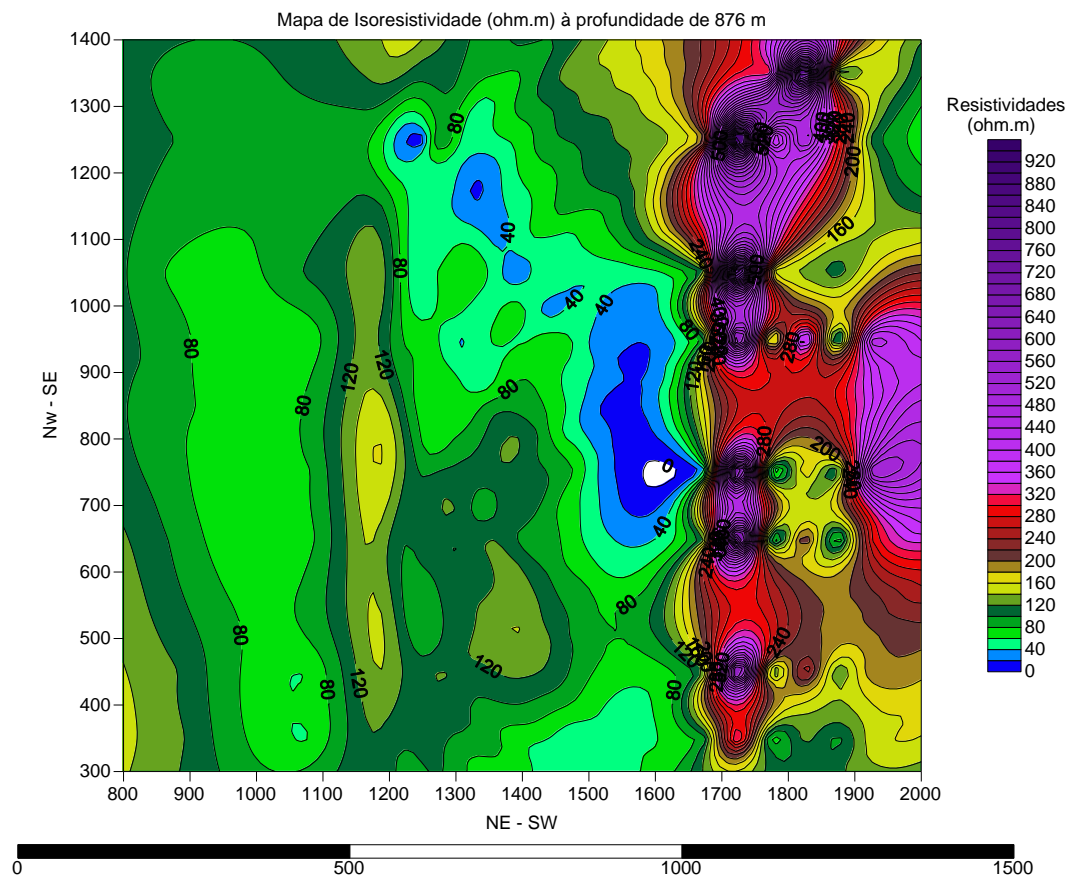


Figura 62. Mapa de Isoresistividades à Profundidade 876m

Uma primeira grande conclusão vai no sentido de que a resistividade aumenta com a profundidade. Esta conclusão óbvia reforça e valida a coerência dos dados tratados.

Parece resultar das diferentes localizações em profundidade das zonas centrais de maior resistividade que a massa litológica responsável por esta maior resistência à passagem de corrente exibe uma inclinação no sentido SW uma vez que à medida que caminhamos em profundidade verifica-se um deslocamento das zonas de maior resistividade para SW.

Mantêm-se para as diferentes profundidades e tal como anteriormente assinalado, as zonas de baixa resistividade no extremo esquerdo das representações cartográficas exibidas.

O pormenor das representações obtidas às diferentes profundidades permite, com maior segurança, identificar qual(ais) a(s) zona(s) que do ponto de vista Geoelétrico/mineiro merecem mais atenção.

CAPITULO 6

CONCLUSÕES

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para além das conclusões intermédias realizadas ao longo do texto, procura-se agora neste capítulo fazer uma reflexão a respeito do estudo efetuado de forma a obtermos as conclusões finais.

Embora o método Geoelectrico de aquisição de dados referido neste trabalho, seja uma técnica há muito conhecida, é relativamente pouco habitual a utilização deste método para a prospeção a grandes profundidades (salienta-se que alguma da informação objeto de tratamento neste trabalho encontra-se referenciada para profundidades na ordem das várias centenas de metros). Nestes métodos indiretos, o aumento da profundidade de prospeção implica um aumento da incerteza associada à informação estimada. As técnicas geoestatística, enquanto garantas dos menores erros de estimação provam ser, por via do seu *modus faciendi*, os melhores instrumentos para o desenho dos modelos de dispersão espacial das variáveis em estudo.

Quando confrontados os resultados obtidos pela via da metodologia geoestatística, utilizada nesta tese, com outras formas de estimação (por ex., o inverso do quadrado das distâncias), foi confirmada a superior legibilidade, a maior riqueza de detalhe e a melhor interpretação da distribuição espacial da variável em estudo. Desta forma o emprego da geoestatística revelou-se profícuo na identificação e mapeamento da dispersão espacial das resistividades.

Do caso de estudo relevam como conclusões mais importante os seguintes aspetos:

- Todos os modelos de distribuição espacial obtidos, independentemente da forma como a informação inicial de input está organizada (i.e., blocos, tiros de injeção ou profundidades), concorrem para um mesmo modelo, coerente, de dispersão espacial da variável regionalizada;

- As representações espaciais da resistividade efetuadas com base na informação agregada por blocos ou por tiros de injeção, embora com uma georreferenciação deficitária, permitiram não só as primeiras indicações acerca das áreas de maiores contraste em termos de resistividades, mas também forneceram algumas pistas acerca das profundidades que melhor importava conhecer;
- A representação espacial das resistividades a diferentes profundidades (vidé 5.4.3.), sendo aquela que segue a linha tradicional deste tipo de abordagens, é aquela que mereceu particulares cuidados na georreferenciação da informação. Este último facto obrigou à construção de pequenos algoritmos (programas em MATLAB) para o tratamento e cálculo das coordenadas respeitantes a cada valor de resistividade;

6.2 PERSPETIVAS FUTURAS

Como trabalhos futuros pode-se perspetivar a representação das isolinhas da variância de krigagem (somente as limitações do software disponível impediram a realização deste desiderato), como um excelente indicador da incerteza associada às representações espaciais da variável regionalizada em estudo.

A utilização da metodologia de tratamento da informação preconizada neste trabalho e o confronto dos resultados obtidos a partir de diferentes arranjos (leia-se geometria) dos eléctrodos de potencial e de corrente, poderá indicar um caminho para a otimização da configuração espacial dos equipamentos utilizados.

Por fim importará estabelecer uma correlação entre a distribuição espacial das resistividades e a sua tradução em termos da identificação das diferentes litologias e/ou recursos minerais de interesse económico.

BIBLIOGRAFIA

- Andriotti, J. L. (2003). *Fundamentos de estatística e geoestatística*. Editora UNISINOS.
- Audebaud, E. (1973). *Geologia de los cuadrangulos de Ocogate y Sicuani*.
- Bohling, G. (17 October 2005). *Introdution to Geostatistics and Variogram Analysis*. Kansas Geological Survey: C&PE 940.
- Borges. (2002). *Método da Eletroressistividade*. In *Borges, Métodos Geofísicos* (Cap.2).
- Collins, S., & M.S. White, R. (Fevereiro 2003). *Case histories in the use of three dimensional inversion of induced*. ASEG 16th Geophysical Conference and Exhibition. Editora Adelaide.
- Dalmayrac, B., Laubacher, G., & Marocco, R. (1988). *Caracteres Generales de la Evolucion Geologica de los Andes Peruanos*. Instituto Geologico Minero y Metalurgico.
- Góis, J. (1993). *Técnicas Geomatemáticas Aplicadas ao Tratamento de Dados da Prospeção Sísmica de Petróleos*.
- Goovaerts, P. (1977). *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. Oxford University Press.
- Guimarães, E. C. (2004). *Geoestatística Básica e Aplicada*. UFU/FAMAT.
- Huijbreghts, C. (1973). *Geoestatistics for the Valuation of a Copper Deposit, 11th Internacional Symposium*. Tucson, Arizona, EUA: APCOM.
- INGEMMET. *Geologia del Peru: Carta Geologica Nacional*. Instituto Minero y Metalurgico.
- Jorge Kazuo Yamamoto, P. M. (2013). *Geoestatística: conceitos e aplicações*. Oficina de Textos.
- Journel, A. (1978). *Mining Geoestatistics*. Academic Press Inc.
- Landim, P. M. (2002). *Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER*. unesp.
- Landim, P. M., Sturaro, J. R., & Caldeira Monteiro, R. (2002). *Krigagem Ordinária para Situações com Tendência Regionalizada*. unesp.
- M.Fernandes, C. d. (1984). *Fundamentos de Prospeção Geofísica*. Editora Interciência LTDA.
- Matheron, G. (1971). *The theory of regionalized variables and its applications*. Cahiers du Centre Morphologie Mathématique de Fountoinebleau.
- Matheron, G. (1962). *Traité de géostatistique appliquée*. Editions Technip.
- Milsom, J. (2003). *Field Geophysics*. England: John Wiley & Sons Ltd,.

Orellana, E. (1972). *Prospección Geoelétrica en Corriente Continua*. Editora Paraninfo.

Pitombo, C. S., & Sousa, A. J. *Aplicação de conceitos Geoestatísticos para Análise de Geração*. Editora Ceren, Departamento de Engenharia de Minas, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica.

R.M.S.White, S.Collins, R.Denne, R.Hee, & P.Brown. (2001). *A new survey design for 3D IP inversion*. In R.M.S.White, S.Collins, R.Denne, R.Hee, & P.Brown, *Exploration Geophysics* (pp. 32, 152 - 155).

Sheriff, R. E. (1989). *Geophysical methods*. Prentice Hall.

Siqueira, G. M. (2006). *Variabilidade de Atributos Físicos do Solo determinados por Métodos Diversos*. Campinas, SP.

Soares, A. (2006). *Geoestatística para as Ciências da Terra e do Ambiente*. IST Press.

White, R., Collins, S., & Loke, M. (2003). *Resistivity and IP arrays, optimised for data collection*. Exploration Geophysics.

Sites utilizados

<http://www.rc.unesp.br>, a 23 de Outubro de 2013:

<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/DIDATICOS/LANDIM/Surfer.pdf>

<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/DIDATICOS/textodi.html>

<http://www.rc.unesp.br/igce/geologia/GAA01001/aulas.html>

<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/DIDATICOS/LANDIM/MULTIVAR.pdf>

<http://www.scielo.org>, a 5 de Maio de 2013

<http://www.sinergiae.pt/servicos/estudos/geologicos/prospeccao-geofisica/>, a 5 de Maio de 2013

http://paginas.fe.up.pt/~geng/ge/apontamentos/Cap_8_GE.pdf, a 5 de Maio de 2013

<http://www.ofitexto.com.br/p/geoestatistica-conceitos-e-aplicacoes.html>, a 15 de Maio de 2013

<https://pt.wikipedia.org>, a Junho de 2013

<http://filesnail.com/geostatistics-for-engineers-and-earth-scientists.html>, a Junho de 2013

<http://www.ufpa.br/larhima/surfer.html>, a Junho de 2013

<http://dc335.4shared.com/doc/UoDzzw1E/preview.html>, a Junho de 2013

<http://www.minetechint.com/papers/droy-thesis/>, a Junho de 2013

ANEXO A

Quadro 1. Dados Bloco 2

	X	Y	Resistividade	X	Y	Resistividade
Tx2.1	800	300	66.585	800	500	128.562
	900	300	26.098	900	500	54.570
	1000	300	33.200	1000	500	45.910
	1100	300	34.640	1100	500	33.387
	1200	300	45.143	1200	500	22.255
	1300	300	45.465	1300	500	60.130
	1400	300	53.427	1400	500	50.620
	1500	300	95.192	1500	500	155.020
	1600	300	119.845	1600	500	77.492
	1700	300	131.665	1700	500	123.010
	1800	300	100.233	1800	500	63.925
	1900	300	62.880	1900	500	37.512
	2000	300	196.370	2000	500	93.375
	2100	300	128.953	2100	500	84.553
	2200	300	99.527	2200	500	49.832
	2300	300	53.410	2300	500	72.352
	2400	300	27.760	2400	500	51.710
Tx2.2	2500	300	78.467	2500	500	63.063
	2600	300	69.362	2600	500	47.203
	2700	300	114.572	2700	500	80.462
	800	300	53.543	800	500	103.963
	900	300	20.928	900	500	46.122
	1000	300	26.978	1000	500	37.847
	1100	300	28.708	1100	500	27.810
	1200	300	38.070	1200	500	19.075
	1300	300	39.220	1300	500	51.565
	1400	300	46.395	1400	500	44.210
	1500	300	83.200	1500	500	135.317
	1600	300	105.987	1600	500	68.395
	1700	300	91.625	1700	500	110.692
	1800	300	97.827	1800	500	101.232
	1900	300	57.262	1900	500	59.593
	2000	300	179.353	2000	500	149.417
	2100	300	117.082	2100	500	136.057
	2200	300	91.747	2200	500	81.040
	2300	300	50.952	2300	500	117.278
	2400	300	27.485	2400	500	84.173
Tx2.3	2500	300	74.118	2500	500	103.612
	2600	300	64.480	2600	500	78.167
	2700	300	106.608	2700	500	131.288
	800	300	37.903	800	500	71.820
	900	300	15.235	900	500	34.167
	1000	300	20.292	1000	500	28.633
	1100	300	22.293	1100	500	21.680
	1200	300	30.442	1200	500	15.512
	1300	300	32.425	1300	500	42.225

	1400	300	38.958	1400	500	37.105
	1500	300	70.775	1500	500	114.842
	1600	300	91.803	1600	500	58.938
	1700	300	101.120	1700	500	96.303
	1800	300	76.982	1800	500	85.678
	1900	300	51.260	1900	500	50.753
	2000	300	161.323	2000	500	128.390
	2100	300	105.902	2100	500	117.650
	2200	300	83.745	2200	500	70.695
	2300	300	47.518	2300	500	103.135
	2400	300	26.430	2400	500	74.093
	2500	300	69.057	2500	500	91.935
	2600	300	59.808	2600	500	69.560
	2700	300	99.650	2700	500	117.035
Tx2.4	800	300	27.345	800	500	58.895
	900	300	10.655	900	500	30.848
	1000	300	14.340	1000	500	23.203
	1100	300	16.265	1100	500	16.998
	1200	300	22.985	1200	500	12.995
	1300	300	25.985	1300	500	34.223
	1400	300	31.470	1400	500	30.675
	1500	300	57.585	1500	500	94.403
	1600	300	76.455	1600	500	49.110
	1700	300	131.640	1700	500	81.095
	1800	300	49.735	1800	500	70.313
	1900	300	44.815	1900	500	41.300
	2000	300	142.295	2000	500	106.767
	2100	300	92.260	2100	500	98.453
	2200	300	74.935	2200	500	59.473
	2300	300	44.915	2300	500	87.743
	2400	300	25.900	2400	500	62.010
	2500	300	63.195	2500	500	78.463
	2600	300	52.850	2600	500	59.213
	2700	300	88.565	2700	500	98.380
Tx2.5	800	300	80.420	800	500	132.513
	900	300	22.085	900	500	67.408
	1000	300	24.980	1000	500	50.253
	1100	300	25.325	1100	500	31.375
	1200	300	33.695	1200	500	26.043
	1300	300	41.680	1300	500	56.450
	1400	300	46.355	1400	500	50.485
	1500	300	78.458	1500	500	133.535
	1600	300	103.798	1600	500	68.368
	1700	300	124.805	1700	500	118.888
	1800	300	86.260	1800	500	107.908
	1900	300	63.173	1900	500	61.808
	2000	300	188.068	2000	500	156.200
	2100	300	109.203	2100	500	144.330
	2200	300	97.030	2200	500	87.653
	2300	300	75.903	2300	500	125.950
	2400	300	55.093	2400	500	81.970

	2500	300	86.600	2500	500	113.090
	2600	300	60.150	2600	500	91.975
	2700	300	98.370	2700	500	121.920
Tx2.6	800	300	23.680	800	500	58.938
	1800	300	93.563	1800	500	112.645
	1900	300	66.525	1900	500	64.378
	2000	300	196.330	2000	500	162.920
	2100	300	111.303	2100	500	151.358
	2200	300	101.670	2200	500	92.323
	2300	300	84.678	2300	500	132.390
	2400	300	63.923	2400	500	84.528
	2500	300	92.768	2500	500	119.465
	2600	300	61.270	2600	500	98.360
	2700	300	99.880	2700	500	123.643
Tx2.7	800	300	28.685	800	500	48.588
	900	300	8.995	900	500	36.373
	1800	300	83.563	1800	500	102.018
	1900	300	60.908	1900	500	58.768
	2000	300	180.195	2000	500	150.188
	2100	300	101.568	2100	500	140.970
	2200	300	95.013	2200	500	86.840
	2300	300	82.293	2300	500	125.068
	2400	300	63.733	2400	500	79.165
	2500	300	89.133	2500	500	114.185
	2600	300	57.255	2600	500	95.320
	2700	300	93.433	2700	500	115.930
Tx2.8	800	300	42.588	800	500	69.540
	900	300	11.800	900	500	24.498
	1000	300	11.103	1000	500	13.545
	1800	300	73.228	1800	500	88.918
	1900	300	53.813	1900	500	51.885
	2000	300	160.543	2000	500	134.438
	2100	300	90.195	2100	500	127.860
	2200	300	86.645	2200	500	79.580
	2300	300	78.150	2300	500	115.433
	2400	300	61.710	2400	500	72.630
	2500	300	83.830	2500	500	107.010
	2600	300	52.530	2600	500	90.608
	2700	300	85.805	2700	500	107.230
Tx2.9	800	300	60.738	800	500	98.933
	900	300	17.755	900	500	32.975
	1000	300	15.463	1000	500	20.350
	1100	300	11.850	1100	500	11.055
	1800	300	60.110	1800	500	78.368
	1900	300	47.113	1900	500	45.425
	2000	300	141.933	2000	500	119.315
	2100	300	79.270	2100	500	115.325
	2200	300	78.423	2200	500	72.563
	2300	300	74.020	2300	500	106.025
	2400	300	59.693	2400	500	66.030
	2500	300	78.445	2500	500	99.660

	2600	300	47.410	2600	500	85.610
	2700	300	77.760	2700	500	100.770
Tx2.10	800	300	84.073	800	500	134.578
	900	300	25.040	900	500	47.003
	1000	300	24.145	1000	500	30.715
	1100	300	17.850	1100	500	14.955
	1200	300	18.040	1200	500	17.755
	1800	300	52.333	1800	500	68.183
	1900	300	41.968	1900	500	40.298
	2000	300	127.735	2000	500	107.690
	2100	300	71.070	2100	500	105.475
	2200	300	72.398	2200	500	67.270
	2300	300	71.325	2300	500	99.028
	2400	300	58.463	2400	500	61.275
	2500	300	74.643	2500	500	94.348
	2600	300	43.875	2600	500	82.138
	2700	300	71.880	2700	500	89.970
Tx2.11	800	300	101.173	800	500	173.985
	900	300	34.703	900	500	63.155
	1000	300	34.885	1000	500	42.268
	1100	300	28.408	1100	500	22.058
	1200	300	26.788	1200	500	17.948
	1300	300	18.145	1300	500	25.588
	1400	300	SV	1400	500	0.358
	1800	300	46.703	1800	500	59.438
	1900	300	37.553	1900	500	36.295
	2000	300	116.668	2000	500	98.590
	2100	300	64.800	2100	500	98.170
	2200	300	68.248	2200	500	63.708
	2300	300	69.763	2300	500	94.750
	2400	300	59.350	2400	500	58.333
	2500	300	72.720	2500	500	91.848
	2600	300	41.263	2600	500	81.053
	2700	300	67.770	2700	500	86.140
Tx2.12	800	300	125.538	800	500	218.015
	900	300	44.798	900	500	81.585
	1000	300	47.183	1000	500	56.265
	1100	300	41.593	1100	500	31.500
	1200	300	43.305	1200	500	27.063
	1300	300	29.968	1300	500	29.953
	1400	300	21.475	1400	500	24.135
	1800	300	37.180	1800	500	47.625
	1900	300	31.123	1900	500	30.165
	2000	300	99.380	2000	500	84.323
	2100	300	55.725	2100	500	86.300
	2200	300	61.000	2200	500	57.243
	2300	300	65.223	2300	500	86.478
	2400	300	56.975	2400	500	53.205
	2500	300	68.035	2500	500	85.865
	2600	300	37.475	2600	500	76.960
	2700	300	61.693	2700	500	79.300

Tx2.13	800	300	140.867	800	500	248.618
	900	300	50.657	900	500	91.963
	1000	300	53.530	1000	500	66.530
	1100	300	46.973	1100	500	38.903
	1200	300	48.170	1200	500	33.343
	1300	300	33.483	1300	500	46.980
	1400	300	27.050	1400	500	33.773
	1500	300	37.463	1500	500	82.160
	1800	300	34.508	1800	500	61.895
	1900	300	30.690	1900	500	34.755
	2000	300	98.390	2000	500	91.090
	2100	300	53.735	2100	500	92.708
	2200	300	63.498	2200	500	61.973
	2300	300	74.243	2300	500	93.845
	2400	300	67.400	2400	500	55.628
	2500	300	74.005	2500	500	94.185
	2600	300	36.390	2600	500	86.508
	2700	300	59.170	2700	500	79.588
Tx2.14	800	300	151.855	800	500	273.995
	900	300	54.410	900	500	101.020
	1000	300	57.810	1000	500	71.915
	1100	300	51.438	1100	500	42.360
	1200	300	54.460	1200	500	35.525
	1300	300	40.773	1300	500	52.570
	1400	300	36.510	1400	500	34.353
	1500	300	49.648	1500	500	67.223
	1600	300	77.640	1600	500	45.133
	1800	300	42.433	1800	500	53.078
	1900	300	30.975	1900	500	33.890
	2000	300	95.930	2000	500	87.953
	2100	300	51.780	2100	500	89.340
	2200	300	62.288	2200	500	60.305
	2300	300	75.200	2300	500	92.770
	2400	300	69.673	2400	500	55.060
	2500	300	74.655	2500	500	94.793
	2600	300	35.188	2600	500	88.100
	2700	300	57.068	2700	500	78.178
Tx2.15	800	300	175.487	800	500	315.235
	900	300	62.120	900	500	116.490
	1000	300	66.933	1000	500	84.480
	1100	300	60.220	1100	500	50.795
	1200	300	64.710	1200	500	42.508
	1300	300	49.717	1300	500	67.718
	1400	300	45.533	1400	500	45.475
	1500	300	59.517	1500	500	92.635
	1600	300	54.707	1600	500	41.088
	1700	300	20.153	1700	500	64.013
	1800	300	37.203	1800	500	63.478
	1900	300	22.145	1900	500	30.780
	2000	300	70.855	2000	500	75.858
	2100	300	40.075	2100	500	76.710

	2200	300	52.375	2200	500	52.710
	2300	300	67.263	2300	500	82.955
	2400	300	64.545	2400	500	49.660
	2500	300	68.443	2500	500	88.003
	2600	300	31.338	2600	500	83.528
	2700	300	51.165	2700	500	72.238
Tx2.16	800	300	197.998	800	500	353.775
	900	300	68.693	900	500	130.698
	1000	300	74.318	1000	500	94.153
	1100	300	67.363	1100	500	57.083
	1200	300	73.323	1200	500	47.213
	1300	300	57.475	1300	500	78.510
	1400	300	53.225	1400	500	52.975
	1500	300	68.960	1500	500	103.450
	1600	300	59.713	1600	500	39.785
	1700	300	46.875	1700	500	56.565
	1800	300	36.808	1800	500	63.068
Tx2.17	800	300	221.378	800	500	399.100
	900	300	76.645	900	500	147.405
	1000	300	84.295	1000	500	107.655
	1100	300	76.933	1100	500	66.045
	1200	300	84.923	1200	500	54.480
	1300	300	68.155	1300	500	94.565
	1400	300	64.890	1400	500	65.940
	1500	300	86.953	1500	500	134.960
	1600	300	78.198	1600	500	53.355
	1700	300	63.080	1700	500	77.438
	1800	300	58.228	1800	500	111.433
	1900	300	32.870	1900	500	98.813
Tx2.18	800	300	240.825	800	500	436.025
	900	300	82.785	900	500	160.628
	1000	300	90.803	1000	500	116.520
	1100	300	82.830	1100	500	71.590
	1200	300	91.975	1200	500	58.220
	1300	300	74.878	1300	500	103.925
	1400	300	72.130	1400	500	73.835
	1500	300	98.550	1500	500	155.538
	1600	300	91.148	1600	500	62.133
	1700	300	74.238	1700	500	89.455
	1800	300	61.340	1800	500	123.790
	1900	300	45.985	1900	500	89.470
	2000	300	68.823	2000	500	235.428
Tx2.19	800	300	257.403	800	500	467.890
	900	300	86.080	900	500	171.770
	1000	300	94.390	1000	500	121.090
	1100	300	85.503	1100	500	73.627
	1200	300	95.120	1200	500	59.127
	1300	300	78.233	1300	500	106.373
	1400	300	75.310	1400	500	76.230
	1500	300	103.963	1500	500	161.443
	1600	300	98.070	1600	500	63.763

	1700	300	81.213	1700	500	83.973
	1800	300	59.895	1800	500	89.020
	1900	300	47.675	1900	500	53.310
	2000	300	118.035	2000	500	147.953
	2100	300	132.970	2100	500	169.553
Tx2.20	800	300	280.415	800	500	506.013
	900	300	88.208	900	500	185.873
	1000	300	99.960	1000	500	128.855
	1100	300	91.393	1100	500	78.408
	1200	300	102.255	1200	500	61.448
	1300	300	85.055	1300	500	115.718
	1400	300	82.533	1400	500	82.948
	1500	300	116.060	1500	500	179.123
	1600	300	112.328	1600	500	71.908
	1700	300	95.540	1700	500	96.275
	1800	300	68.255	1800	500	92.915
	1900	300	51.700	1900	500	50.515
	2000	300	135.490	2000	500	124.920
	2100	300	112.100	2100	500	113.548
	2200	300	229.865	2200	500	133.783
Tx2.21	800	300	301.138	800	500	551.850
	900	300	97.738	900	500	203.475
	1000	300	109.005	1000	500	140.405
	1100	300	99.405	1100	500	85.385
	1200	300	111.628	1200	500	67.830
	1300	300	93.610	1300	500	124.918
	1400	300	91.318	1400	500	91.595
	1500	300	129.595	1500	500	200.170
	1600	300	127.790	1600	500	81.490
	1700	300	110.495	1700	500	111.643
	1800	300	76.400	1800	500	99.205
	1900	300	52.965	1900	500	52.100
	2000	300	133.270	2000	500	119.905
	2100	300	87.008	2100	500	106.058
	2200	300	102.980	2200	500	93.215
	2300	300	120.608	2300	500	249.595
Tx2.22	800	300	312.788	800	500	604.358
	900	300	109.265	900	500	224.215
	1000	300	117.510	1000	500	165.170
	1100	300	106.453	1100	500	78.595
	1200	300	120.083	1200	500	72.648
	1300	300	101.973	1300	500	133.610
	1400	300	99.025	1400	500	98.650
	1500	300	141.548	1500	500	216.088
	1600	300	141.413	1600	500	88.600
	1700	300	124.460	1700	500	120.803
	1800	300	84.095	1800	500	104.878
	1900	300	55.775	1900	500	51.995
	2000	300	135.610	2000	500	110.908
	2100	300	72.423	2100	500	84.860
	2200	300	66.010	2200	500	51.805

	2300	300	70.725	2300	500	91.998
	2400	300	155.385	2400	500	75.260
Tx2.23	800	300	346.848	800	500	653.838
	900	300	118.553	900	500	242.838
	1000	300	126.440	1000	500	164.693
	1100	300	114.953	1100	500	96.015
	1200	300	130.133	1200	500	78.028
	1300	300	111.288	1300	500	144.738
	1400	300	108.508	1400	500	107.608
	1500	300	156.573	1500	500	238.505
	1600	300	158.713	1600	500	98.760
	1700	300	146.943	1700	500	136.458
	1800	300	97.130	1800	500	119.673
	1900	300	63.543	1900	500	58.430
	2000	300	155.043	2000	500	124.653
	2100	300	77.483	2100	500	93.773
	2200	300	60.823	2200	500	50.390
	2300	300	49.983	2300	500	71.773
	2400	300	46.688	2400	500	43.348
	2500	300	91.860	2500	500	94.145
Tx2.24	800	300	365.808	800	500	713.093
	900	300	129.315	900	500	265.735
	1000	300	137.565	1000	500	182.730
	1100	300	124.965	1100	500	101.790
	1200	300	142.110	1200	500	84.923
	1300	300	122.428	1300	500	158.795
	1400	300	119.783	1400	500	118.753
	1500	300	174.038	1500	500	265.013
	1600	300	178.400	1600	500	110.868
	1700	300	159.180	1700	500	154.043
	1800	300	111.368	1800	500	130.423
	1900	300	73.515	1900	500	66.470
	2000	300	182.168	2000	500	143.193
	2100	300	89.288	2100	500	108.613
	2200	300	69.970	2200	500	56.053
	2300	300	57.398	2300	500	68.718
	2400	300	46.320	2400	500	34.290
	2500	300	89.425	2500	500	56.725
	2600	300	57.985	2600	500	82.863
Tx2.25	800	300	400.400	800	500	782.553
	900	300	142.425	900	500	292.048
	1000	300	152.188	1000	500	196.120
	1100	300	138.630	1100	500	119.038
	1200	300	157.970	1200	500	94.068
	1300	300	136.708	1300	500	177.390
	1400	300	134.615	1400	500	133.535
	1500	300	197.073	1500	500	301.693
	1600	300	204.110	1600	500	127.498
	1700	300	187.390	1700	500	179.045
	1800	300	128.270	1800	500	154.243
	1900	300	85.690	1900	500	78.763

2000	300	216.155	2000	500	172.465
2100	300	108.015	2100	500	134.040
2200	300	84.873	2200	500	70.358
2300	300	68.213	2300	500	86.305
2400	300	51.490	2400	500	43.178
2500	300	64.008	2500	500	69.998
2600	300	24.813	2600	500	58.703
2700	300	45.668	2700	500	36.430

Quadro 2. Dados Bloco 3

	X	Y	Resistividade	X	Y	Resistividade
Tx3.1	800	600	164.492	800	800	172.399
	900	600	53.837	900	800	44.476
	1000	600	62.753	1000	800	139.473
	1100	600	20.510	1100	800	37.041
	1200	600	31.708	1200	800	24.016
	1300	600	46.413	1300	800	28.533
	1400	600	65.697	1400	800	58.076
	1500	600	110.218	1500	800	122.674
	1600	600	55.385	1600	800	68.790
	1700	600	97.188	1700	800	85.940
	1800	600	129.512	1800	800	63.505
	1900	600	75.574	1900	800	69.735
	2000	600	108.289	2000	800	110.315
	2100	600	128.542	2100	800	104.658
	2200	600	119.425	2200	800	68.340
	2300	600	85.742	2300	800	87.188
	2400	600	54.574	2400	800	55.503
	2500	600	116.995	2500	800	35.050
	2600	600	99.476	2600	800	32.943
	2700	600	16.472	2700	800	48.408
Tx3.2	800	600	127.150	800	800	130.550
	900	600	43.148	900	800	34.990
	1000	600	50.580	1000	800	112.477
	1100	600	16.703	1100	800	30.290
	1200	600	26.287	1200	800	19.787
	1300	600	38.910	1300	800	23.940
	1400	600	54.930	1400	800	48.953
	1500	600	93.238	1500	800	104.049
	1600	600	47.708	1600	800	59.020
	1700	600	83.527	1700	800	73.769
	1800	600	120.752	1800	800	66.347
	1900	600	71.400	1900	800	68.738
	2000	600	101.737	2000	800	111.168
	2100	600	121.328	2100	800	105.793
	2200	600	113.178	2200	800	69.947
	2300	600	81.875	2300	800	89.623
	2400	600	53.262	2400	800	57.575
	2500	600	113.030	2500	800	36.797

	2600	600	96.502	2600	800	34.708
	2700	600	17.040	2700	800	51.668
Tx3.3	800	600	95.520	800	800	94.090
	900	600	34.118	900	800	26.354
	1000	600	40.390	1000	800	88.950
	1100	600	13.483	1100	800	24.460
	1200	600	21.493	1200	800	16.103
	1300	600	32.093	1300	800	19.474
	1400	600	44.860	1400	800	40.033
	1500	600	77.432	1500	800	85.750
	1600	600	40.283	1600	800	49.201
	1700	600	68.582	1700	800	61.944
	1800	600	124.576	1800	800	58.495
	1900	600	61.350	1900	800	66.623
	2000	600	89.194	2000	800	107.030
	2100	600	107.406	2100	800	102.713
	2200	600	100.554	2200	800	68.223
	2300	600	73.350	2300	800	88.343
	2400	600	48.278	2400	800	57.155
	2500	600	102.588	2500	800	36.943
	2600	600	87.662	2600	800	35.070
	2700	600	15.460	2700	800	51.858
Tx3.4	800	600	115.508	800	800	121.678
	900	600	44.373	900	800	34.438
	1000	600	49.645	1000	800	117.404
	1100	600	15.645	1100	800	30.668
	1200	600	24.990	1200	800	19.350
	1300	600	36.550	1300	800	23.856
	1400	600	42.420	1400	800	47.168
	1500	600	73.993	1500	800	93.866
	1600	600	39.815	1600	800	52.496
	1700	600	124.930	1700	800	66.996
	1800	600	78.920	1800	800	60.763
	1900	600	60.953	1900	800	64.193
	2000	600	87.213	2000	800	106.083
	2100	600	103.127	2100	800	98.677
	2200	600	94.367	2200	800	68.513
	2300	600	68.663	2300	800	82.993
	2400	600	51.977	2400	800	58.183
	2500	600	100.243	2500	800	40.227
	2600	600	83.017	2600	800	37.770
	2700	600	21.133	2700	800	55.017
	800	600	241.778	800	800	235.087
	900	600	61.963	900	800	43.987
	1000	600	74.863	1000	800	184.203
	1100	600	25.443	1100	800	56.202
	1200	600	41.713	1200	800	41.047
	1300	600	59.755	1300	800	58.162
	1400	600	56.775	1400	800	128.118
	1500	600	99.028	1500	800	277.397
	1600	600	53.415	1600	800	164.623

Tx3.5	1700	600	715.360	1700	800	237.650
	1800	600	70.342	1800	800	129.498
	1900	600	55.890	1900	800	38.166
	2000	600	80.654	2000	800	68.924
	2100	600	93.606	2100	800	58.326
	2200	600	80.412	2200	800	44.632
	2300	600	56.802	2300	800	47.766
	2400	600	51.942	2400	800	35.082
	2500	600	89.122	2500	800	22.976
	2600	600	66.526	2600	800	21.166
	2700	600	22.608	2700	800	33.632
Tx3.6	800	600	5.538	800	800	89.737
	900	600	15.373	900	800	1.740
	1000	600	11.930	1000	800	4.697
	1100	600	4.760	1100	800	1.990
	1200	600	8.530	1200	800	1.990
	1300	600	13.388	1300	800	3.483
	1400	600	15.075	1400	800	9.063
	1500	600	28.943	1500	800	22.447
	1600	600	15.668	1600	800	14.437
	1700	600	22.203	1700	800	20.717
	1800	600	54.500	1800	800	47.246
	1900	600	38.138	1900	800	55.434
	2000	600	56.373	2000	800	79.936
	2100	600	66.640	2100	800	70.154
	2200	600	59.703	2200	800	50.836
	2300	600	43.178	2300	800	56.818
	2400	600	36.418	2400	800	43.364
	2500	600	66.078	2500	800	31.360
	2600	600	56.375	2600	800	25.750
	2700	600	12.863	2700	800	41.116
Tx3.7	800	600	101.385	800	800	126.020
	900	600	1.433	900	800	30.603
	1800	600	101.840	1800	800	78.300
	1900	600	87.843	1900	800	88.210
	2000	600	120.980	2000	800	150.283
	2100	600	136.427	2100	800	128.630
	2200	600	114.737	2200	800	96.117
	2300	600	82.583	2300	800	99.677
	2400	600	87.740	2400	800	85.133
	2500	600	132.463	2500	800	67.770
	2600	600	98.570	2600	800	61.187
	2700	600	51.790	2700	800	86.650
Tx3.8	800	600	118.270	800	800	116.325
	900	600	35.065	900	800	27.330
	1000	600	7.755	1000	800	36.435
	1800	600	53.110	1800	800	74.750
	1900	600	82.660	1900	800	83.360
	2000	600	114.340	2000	800	143.920
	2100	600	128.780	2100	800	121.940
	2200	600	107.550	2200	800	93.220

	2300	600	77.770	2300	800	93.830
	2400	600	88.350	2400	800	83.970
	2500	600	128.790	2500	800	68.700
	2600	600	129.640	2600	800	62.080
	2700	600	0.000	2700	800	87.950
Tx3.9	800	600	136.947	800	800	137.843
	900	600	39.980	900	800	32.618
	1000	600	57.393	1000	800	55.605
	1100	600	11.367	1100	800	19.700
	1800	600	76.047	1800	800	64.207
	1900	600	71.563	1900	800	72.723
	2000	600	100.257	2000	800	127.683
	2100	600	113.757	2100	800	108.453
	2200	600	95.100	2200	800	84.547
	2300	600	69.297	2300	800	84.150
	2400	600	82.727	2400	800	77.837
	2500	600	118.297	2500	800	65.110
	2600	600	120.213	2600	800	59.033
	2700	600	0.000	2700	800	83.817
Tx3.10	800	600	176.475	800	800	186.958
	900	600	51.685	900	800	46.188
	1000	600	65.688	1000	800	94.718
	1100	600	20.198	1100	800	25.578
	1200	600	12.863	1200	800	15.974
	1800	600	63.530	1800	800	55.007
	1900	600	61.770	1900	800	63.403
	2000	600	87.950	2000	800	113.127
	2100	600	100.740	2100	800	96.463
	2200	600	84.540	2200	800	76.750
	2300	600	62.128	2300	800	75.683
	2400	600	77.623	2400	800	72.170
	2500	600	109.190	2500	800	61.350
	2600	600	112.018	2600	800	55.917
	2700	600	0.000	2700	800	79.650
Tx3.11	800	600	220.118	800	800	234.870
	900	600	64.605	900	800	58.715
	1000	600	79.800	1000	800	134.513
	1100	600	23.028	1100	800	36.130
	1200	600	28.843	1200	800	27.425
	1300	600	21.040	1300	800	39.655
	1800	600	57.673	1800	800	49.000
	1900	600	56.950	1900	800	57.953
	2000	600	81.563	2000	800	104.053
	2100	600	95.093	2100	800	89.865
	2200	600	80.255	2200	800	71.518
	2300	600	59.960	2300	800	73.218
	2400	600	76.013	2400	800	69.145
	2500	600	106.655	2500	800	59.423
	2600	600	76.470	2600	800	54.278
	2700	600	53.055	2700	800	77.833
	800	600	254.965	800	800	263.223

Tx3.12	900	600	74.423	900	800	64.960
	1000	600	90.750	1000	800	152.870
	1100	600	26.453	1100	800	41.473
	1200	600	40.613	1200	800	32.613
	1300	600	47.580	1300	800	37.680
	1400	600	60.603	1400	800	93.643
	1800	600	57.905	1800	800	45.940
	1900	600	55.088	1900	800	54.948
	2000	600	79.553	2000	800	99.720
	2100	600	94.168	2100	800	86.685
	2200	600	80.458	2200	800	68.933
	2300	600	60.830	2300	800	73.053
	2400	600	76.913	2400	800	67.593
	2500	600	108.130	2500	800	57.813
	2600	600	77.513	2600	800	53.125
	2700	600	53.183	2700	800	76.408
Tx3.13	800	600	276.530	800	800	302.283
	900	600	78.683	900	800	71.655
	1000	600	91.465	1000	800	164.703
	1100	600	25.950	1100	800	42.688
	1200	600	42.115	1200	800	32.603
	1300	600	47.890	1300	800	36.380
	1400	600	55.483	1400	800	53.603
	1500	600	83.033	1500	800	69.023
	1800	600	66.380	1800	800	47.055
	1900	600	56.910	1900	800	55.833
	2000	600	81.800	2000	800	102.850
	2100	600	97.695	2100	800	88.900
	2200	600	84.330	2200	800	71.108
	2300	600	64.635	2300	800	77.288
	2400	600	83.110	2400	800	70.588
	2500	600	115.950	2500	800	60.408
	2600	600	82.650	2600	800	55.660
	2700	600	57.430	2700	800	80.353
Tx3.14	800	600	316.483	800	800	310.980
	900	600	90.118	900	800	73.075
	1000	600	103.973	1000	800	169.370
	1100	600	29.670	1100	800	43.568
	1200	600	50.403	1200	800	33.515
	1300	600	60.828	1300	800	39.123
	1400	600	64.685	1400	800	57.278
	1500	600	113.580	1500	800	66.018
	1600	600	33.675	1600	800	28.533
	1800	600	63.810	1800	800	36.395
	1900	600	45.138	1900	800	41.800
	2000	600	65.470	2000	800	81.973
	2100	600	80.980	2100	800	72.840
	2200	600	71.995	2200	800	60.398
	2300	600	56.758	2300	800	67.928
	2400	600	75.348	2400	800	63.035
	2500	600	105.975	2500	800	54.840

	2600	600	76.015	2600	800	51.203
	2700	600	54.175	2700	800	74.835
Tx3.15	800	600	352.973	800	800	349.975
	900	600	100.005	900	800	80.808
	1000	600	114.740	1000	800	192.423
	1100	600	32.793	1100	800	49.040
	1200	600	55.643	1200	800	37.403
	1300	600	68.600	1300	800	44.955
	1400	600	69.800	1400	800	68.910
	1500	600	97.460	1500	800	86.590
	1600	600	44.230	1600	800	29.995
	1700	600	65.593	1700	800	71.298
	1800	600	61.833	1800	800	53.305
	1900	600	48.515	1900	800	42.900
	2000	600	61.905	2000	800	81.715
	2100	600	72.373	2100	800	65.010
	2200	600	64.000	2200	800	54.910
	2300	600	51.410	2300	800	62.568
	2400	600	71.915	2400	800	59.165
	2500	600	100.533	2500	800	52.445
	2600	600	72.195	2600	800	49.645
	2700	600	54.030	2700	800	73.183
Tx3.16	800	600	407.043	800	800	407.225
	900	600	115.650	900	800	93.640
	1000	600	133.540	1000	800	228.955
	1100	600	38.583	1100	800	58.765
	1200	600	65.470	1200	800	44.798
	1300	600	82.700	1300	800	55.450
	1400	600	85.073	1400	800	89.758
	1500	600	106.665	1500	800	124.210
	1600	600	39.498	1600	800	44.493
	1700	600	51.668	1700	800	78.803
	1800	600	86.673	1800	800	SV
Tx3.17	800	600	455.435	800	800	457.175
	900	600	129.810	900	800	104.968
	1000	600	150.155	1000	800	260.880
	1100	600	43.918	1100	800	67.133
	1200	600	75.093	1200	800	51.183
	1300	600	97.600	1300	800	64.623
	1400	600	103.360	1400	800	108.570
	1500	600	132.488	1500	800	158.888
	1600	600	50.290	1600	800	60.283
	1700	600	66.220	1700	800	94.610
	1800	600	95.950	1800	800	79.350
	1900	600	49.938	1900	800	82.433
	800	600	485.075	800	800	487.725
	900	600	136.840	900	800	110.235
	1000	600	155.418	1000	800	274.108
	1100	600	44.918	1100	800	69.035
	1200	600	76.425	1200	800	51.145
	1300	600	100.955	1300	800	64.315

Tx3.18	1400	600	106.695	1400	800	108.763
	1500	600	137.143	1500	800	160.735
	1600	600	53.583	1600	800	60.975
	1700	600	56.695	1700	800	74.745
	1800	600	78.688	1800	800	50.080
	1900	600	124.545	1900	800	62.320
	2000	600	149.788	2000	800	157.188
Tx3.19	800	600	540.200	800	800	545.070
	900	600	152.463	900	800	122.808
	1000	600	172.218	1000	800	308.403
	1100	600	50.083	1100	800	77.603
	1200	600	83.903	1200	800	56.638
	1300	600	111.675	1300	800	71.113
	1400	600	120.260	1400	800	122.145
	1500	600	157.300	1500	800	185.845
	1600	600	62.768	1600	800	73.135
	1700	600	77.193	1700	800	85.888
	1800	600	79.285	1800	800	53.900
	1900	600	99.183	1900	800	61.690
	2000	600	129.680	2000	800	141.255
	2100	600	77.600	2100	800	27.488
Tx3.20	800	600	578.295	800	800	584.070
	900	600	162.885	900	800	130.935
	1000	600	181.313	1000	800	329.543
	1100	600	52.460	1100	800	82.000
	1200	600	87.205	1200	800	58.978
	1300	600	116.840	1300	800	73.873
	1400	600	126.665	1400	800	127.995
	1500	600	167.525	1500	800	197.678
	1600	600	68.380	1600	800	79.598
	1700	600	84.860	1700	800	90.513
	1800	600	82.985	1800	800	52.058
	1900	600	74.213	1900	800	51.960
	2000	600	98.893	2000	800	82.753
	2100	600	128.415	2100	800	70.428
	2200	600	206.565	2200	800	54.035
Tx3.21	800	600	639.613	800	800	645.805
	900	600	180.535	900	800	144.940
	1000	600	200.880	1000	800	367.448
	1100	600	58.298	1100	800	91.560
	1200	600	96.830	1200	800	65.683
	1300	600	131.138	1300	800	82.778
	1400	600	144.098	1400	800	145.383
	1500	600	193.983	1500	800	229.273
	1600	600	80.935	1600	800	94.750
	1700	600	106.173	1700	800	108.833
	1800	600	100.748	1800	800	64.580
	1900	600	87.420	1900	800	64.408
	2000	600	112.663	2000	800	97.745
	2100	600	132.465	2100	800	73.045
	2200	600	192.893	2200	800	46.745

	2300	600	211.773	2300	800	28.303
Tx3.22	800	600	694.585	800	800	711.390
	900	600	196.025	900	800	158.145
	1000	600	220.200	1000	800	412.590
	1100	600	64.255	1100	800	103.190
	1200	600	102.995	1200	800	72.313
	1300	600	138.710	1300	800	89.690
	1400	600	156.490	1400	800	158.830
	1500	600	212.585	1500	800	256.925
	1600	600	88.460	1600	800	108.933
	1700	600	115.010	1700	800	123.528
	1800	600	109.488	1800	800	76.178
	1900	600	86.570	1900	800	77.473
	2000	600	98.173	2000	800	115.908
	2100	600	91.310	2100	800	86.610
	2200	600	81.918	2200	800	57.285
	2300	600	52.693	2300	800	59.655
	2400	600	36.530	2400	800	122.503
Tx3.23	800	600	753.363	800	800	773.600
	900	600	212.757	900	800	171.587
	1000	600	239.137	1000	800	452.440
	1100	600	69.870	1100	800	113.210
	1200	600	111.260	1200	800	78.720
	1300	600	149.440	1300	800	97.327
	1400	600	171.163	1400	800	173.947
	1500	600	234.740	1500	800	286.113
	1600	600	98.420	1600	800	123.433
	1700	600	118.337	1700	800	139.843
	1800	600	125.263	1800	800	89.890
	1900	600	96.017	1900	800	91.157
	2000	600	107.880	2000	800	137.597
	2100	600	96.843	2100	800	105.933
	2200	600	73.963	2200	800	71.560
	2300	600	41.890	2300	800	84.660
	2400	600	30.217	2400	800	117.390
	2500	600	57.637	2500	800	148.367
	2600	600	84.337	2600	800	SV
Tx3.24	800	600	819.000	800	800	834.855
	900	600	231.443	900	800	186.748
	1000	600	256.943	1000	800	484.293
	1100	600	74.843	1100	800	120.480
	1200	600	121.880	1200	800	84.968
	1300	600	166.078	1300	800	106.748
	1400	600	188.660	1400	800	192.400
	1500	600	261.893	1500	800	317.988
	1600	600	112.025	1600	800	138.245
	1700	600	149.498	1700	800	161.005
	1800	600	144.433	1800	800	102.518
	1900	600	115.483	1900	800	104.733
	2000	600	132.763	2000	800	160.610
	2100	600	121.365	2100	800	119.620

	2200	600	90.420	2200	800	78.705
	2300	600	53.313	2300	800	81.010
	2400	600	48.785	2400	800	101.923
	2500	600	76.743	2500	800	84.918
	2600	600	250.843	2600	800	45.800
Tx3.25	800	600	903.570	800	800	914.740
	900	600	255.878	900	800	206.330
	1000	600	281.493	1000	800	528.473
	1100	600	81.995	1100	800	131.128
	1200	600	135.408	1200	800	93.425
	1300	600	186.910	1300	800	118.995
	1400	600	211.388	1400	800	215.820
	1500	600	296.033	1500	800	358.268
	1600	600	128.733	1600	800	157.393
	1700	600	173.548	1700	800	183.818
	1800	600	168.210	1800	800	118.125
	1900	600	138.050	1900	800	121.895
	2000	600	161.300	2000	800	189.600
	2100	600	149.663	2100	800	139.055
	2200	600	109.738	2200	800	90.158
	2300	600	65.970	2300	800	81.695
	2400	600	68.443	2400	800	95.113
	2500	600	109.995	2500	800	77.438
	2600	600	158.618	2600	800	35.528
	2700	600	108.520	2700	800	25.905

Quadro 3. Dados Bloco 4

Tx4.1	X	Y	Resistividade	X	Y	Resistividade
	800	900	136.227	800	1100	215.177
	900	900	105.462	900	1100	120.783
	1000	900	114.727	1000	1100	49.833
	1100	900	31.443	1100	1100	20.478
	1200	900	21.788	1200	1100	24.613
	1300	900	440.250	1300	1100	63.087
	1400	900	SV	1400	1100	69.840
	1500	900	108.860	1500	1100	120.685
	1600	900	94.677	1600	1100	89.588
	1700	900	78.068	1700	1100	75.545
	1800	900	76.838	1800	1100	71.846
	1900	900	72.017	1900	1100	115.478
	2000	900	138.974	2000	1100	75.822
	2100	900	91.013	2100	1100	87.716
	2200	900	134.698	2200	1100	102.746
	2300	900	74.796	2300	1100	35.932
	2400	900	47.873	2400	1100	64.500
	2500	900	49.785	2500	1100	69.878
	2600	900	70.113	2600	1100	65.278
	2700	900	47.191	2700	1100	69.524

Tx4.2	800	900	104.713	800	1100	161.456
	900	900	86.575	900	1100	114.048
	1000	900	97.635	1000	1100	43.154
	1100	900	26.407	1100	1100	18.586
	1200	900	18.308	1200	1100	26.790
	1300	900	SV	1300	1100	49.380
	1400	900	332.257	1400	1100	60.930
	1500	900	96.855	1500	1100	107.750
	1600	900	83.652	1600	1100	79.772
	1700	900	75.605	1700	1100	66.970
	1800	900	69.853	1800	1100	60.845
	1900	900	63.981	1900	1100	93.035
	2000	900	123.076	2000	1100	61.833
	2100	900	81.847	2100	1100	71.610
	2200	900	120.166	2200	1100	84.295
	2300	900	66.800	2300	1100	30.618
	2400	900	43.451	2400	1100	54.125
	2500	900	48.467	2500	1100	58.545
	2600	900	53.834	2600	1100	56.115
	2700	900	99.549	2700	1100	57.670
Tx4.3	800	900	47.705	800	1100	95.523
	900	900	42.878	900	1100	115.173
	1000	900	51.998	1000	1100	35.110
	1100	900	15.450	1100	1100	15.700
	1200	900	11.229	1200	1100	20.397
	1300	900	18.461	1300	1100	44.147
	1400	900	37.046	1400	1100	51.257
	1500	900	63.976	1500	1100	93.177
	1600	900	57.479	1600	1100	69.007
	1700	900	55.101	1700	1100	58.537
	1800	900	50.428	1800	1100	36.977
	1900	900	46.935	1900	1100	60.237
	2000	900	93.185	2000	1100	40.603
	2100	900	62.005	2100	1100	47.650
	2200	900	93.983	2200	1100	57.102
	2300	900	52.932	2300	1100	20.302
	2400	900	34.172	2400	1100	36.913
	2500	900	35.820	2500	1100	40.698
	2600	900	47.250	2600	1100	38.110
	2700	900	57.408	2700	1100	41.435
Tx4.4	800	900	89.873	800	1100	154.938
	900	900	94.188	900	1100	112.550
	1000	900	119.900	1000	1100	54.320
	1100	900	31.578	1100	1100	24.990
	1200	900	20.370	1200	1100	28.440
	1300	900	37.143	1300	1100	63.340
	1400	900	65.830	1400	1100	67.910
	1500	900	112.983	1500	1100	126.730
	1600	900	92.733	1600	1100	89.933
	1700	900	75.270	1700	1100	73.273

	1800	900	76.285	1800	1100	65.667
	1900	900	68.848	1900	1100	109.320
	2000	900	116.938	2000	1100	79.963
	2100	900	84.315	2100	1100	85.543
	2200	900	112.483	2200	1100	105.527
	2300	900	61.902	2300	1100	48.267
	2400	900	47.070	2400	1100	71.137
	2500	900	59.257	2500	1100	76.810
	2600	900	77.110	2600	1100	83.053
	2700	900	41.537	2700	1100	70.403
Tx4.5	800	900	177.895	800	1100	277.318
	900	900	127.248	900	1100	132.723
	1000	900	168.820	1000	1100	74.163
	1100	900	48.278	1100	1100	34.318
	1200	900	29.728	1200	1100	40.115
	1300	900	53.400	1300	1100	85.035
	1400	900	93.858	1400	1100	93.435
	1500	900	163.398	1500	1100	176.713
	1600	900	132.938	1600	1100	125.570
	1700	900	108.475	1700	1100	100.873
	1800	900	110.865	1800	1100	87.045
	1900	900	93.042	1900	1100	144.845
	2000	900	147.000	2000	1100	109.658
	2100	900	109.508	2100	1100	113.068
	2200	900	136.610	2200	1100	142.408
	2300	900	73.618	2300	1100	71.778
	2400	900	61.415	2400	1100	98.670
	2500	900	84.730	2500	1100	106.018
	2600	900	97.320	2600	1100	122.073
	2700	900	90.777	2700	1100	92.535
Tx4.6	800	900	148.645	800	1100	74.013
	900	900	3.800	900	1100	5.040
	1000	900	3.805	1000	1100	1.610
	1100	900	1.780	1100	1100	1.030
	1200	900	1.850	1200	1100	2.210
	1300	900	3.730	1300	1100	6.400
	1400	900	9.345	1400	1100	9.900
	1500	900	18.645	1500	1100	20.230
	1600	900	19.155	1600	1100	17.967
	1700	900	20.735	1700	1100	17.317
	1800	900	65.546	1800	1100	58.968
	1900	900	58.578	1900	1100	99.450
	2000	900	97.336	2000	1100	74.768
	2100	900	71.808	2100	1100	79.613
	2200	900	94.022	2200	1100	101.005
	2300	900	51.619	2300	1100	49.053
	2400	900	41.022	2400	1100	69.948
	2500	900	55.094	2500	1100	76.050
	2600	900	64.827	2600	1100	86.568
	2700	900	67.278	2700	1100	68.883

Tx4.7	800	900	151.228	800	1100	127.607
	900	900	74.353	900	1100	SV
	1800	900	119.515	1800	1100	108.002
	1900	900	103.815	1900	1100	180.396
	2000	900	159.598	2000	1100	140.104
	2100	900	122.190	2100	1100	143.622
	2200	900	148.135	2200	1100	184.214
	2300	900	79.500	2300	1100	98.186
	2400	900	70.930	2400	1100	131.818
	2500	900	102.733	2500	1100	142.514
	2600	900	125.118	2600	1100	184.742
	2700	900	64.895	2700	1100	86.866
Tx4.8	800	900	85.438	800	1100	124.380
	900	900	40.880	900	1100	39.193
	1000	900	27.320	1000	1100	22.987
	1800	900	112.722	1800	1100	88.027
	1900	900	98.382	1900	1100	149.140
	2000	900	151.308	2000	1100	117.727
	2100	900	117.158	2100	1100	121.993
	2200	900	141.810	2200	1100	158.373
	2300	900	76.460	2300	1100	85.837
	2400	900	69.648	2400	1100	115.653
	2500	900	102.840	2500	1100	126.003
	2600	900	138.330	2600	1100	196.790
	2700	900	0.000	2700	1100	0.023
Tx4.9	800	900	119.903	800	1100	174.760
	900	900	59.883	900	1100	63.850
	1000	900	42.860	1000	1100	26.440
	1100	900	13.097	1100	1100	13.290
	1800	900	91.923	1800	1100	48.930
	1900	900	127.648	1900	1100	84.437
	2000	900	50.990	2000	1100	67.597
	2100	900	124.743	2100	1100	71.690
	2200	900	124.370	2200	1100	94.340
	2300	900	67.740	2300	1100	51.320
	2400	900	61.808	2400	1100	70.363
	2500	900	91.210	2500	1100	77.513
	2600	900	124.540	2600	1100	122.223
	2700	900	0.000	2700	1100	0.000
Tx4.10	800	900	160.303	800	1100	231.703
	900	900	87.888	900	1100	89.050
	1000	900	74.568	1000	1100	34.950
	1100	900	24.840	1100	1100	17.380
	1200	900	35.968	1200	1100	17.340
	1800	900	76.547	1800	1100	56.443
	1900	900	131.262	1900	1100	98.143
	2000	900	0.218	2000	1100	79.205
	2100	900	123.060	2100	1100	86.388
	2200	900	109.832	2200	1100	115.058
	2300	900	60.443	2300	1100	62.368

	2400	900	54.730	2400	1100	87.598
	2500	900	80.527	2500	1100	97.780
	2600	900	111.573	2600	1100	154.968
	2700	900	0.000	2700	1100	0.000
Tx4.11	800	900	203.243	800	1100	296.800
	900	900	115.628	900	1100	120.448
	1000	900	104.923	1000	1100	46.658
	1100	900	33.075	1100	1100	22.623
	1200	900	33.163	1200	1100	21.723
	1300	900	60.088	1300	1100	63.128
	1800	900	70.120	1800	1100	37.700
	1900	900	62.305	1900	1100	65.008
	2000	900	102.200	2000	1100	52.735
	2100	900	79.110	2100	1100	58.465
	2200	900	101.583	2200	1100	79.030
	2300	900	56.003	2300	1100	42.808
	2400	900	51.110	2400	1100	61.290
	2500	900	76.145	2500	1100	69.068
	2600	900	86.985	2600	1100	85.423
	2700	900	92.195	2700	1100	62.700
Tx4.12	800	900	239.480	800	1100	349.440
	900	900	140.833	900	1100	146.643
	1000	900	134.360	1000	1100	57.478
	1100	900	42.868	1100	1100	28.368
	1200	900	38.480	1200	1100	26.673
	1300	900	57.590	1300	1100	51.258
	1400	900	105.585	1400	1100	31.155
	1800	900	68.285	1800	1100	45.443
	1900	900	59.275	1900	1100	77.103
	2000	900	98.023	2000	1100	62.405
	2100	900	74.700	2100	1100	70.893
	2200	900	97.345	2200	1100	96.818
	2300	900	53.863	2300	1100	52.250
	2400	900	49.108	2400	1100	76.470
	2500	900	73.103	2500	1100	87.418
	2600	900	84.312	2600	1100	108.560
	2700	900	89.787	2700	1100	80.948
Tx4.13	800	900	255.665	800	1100	377.948
	900	900	147.393	900	1100	162.215
	1000	900	136.860	1000	1100	59.945
	1100	900	42.100	1100	1100	28.988
	1200	900	33.705	1200	1100	30.388
	1300	900	43.603	1300	1100	58.398
	1400	900	58.943	1400	1100	54.970
	1500	900	61.820	1500	1100	69.170
	1800	900	72.578	1800	1100	47.548
	1900	900	61.710	1900	1100	78.068
	2000	900	101.055	2000	1100	62.868
	2100	900	76.403	2100	1100	71.833
	2200	900	99.693	2200	1100	98.860

	2300	900	55.045	2300	1100	53.345
	2400	900	50.895	2400	1100	79.300
	2500	900	76.950	2500	1100	91.575
	2600	900	88.885	2600	1100	114.955
	2700	900	95.065	2700	1100	85.518
Tx4.14	800	900	271.575	800	1100	404.500
	900	900	155.535	900	1100	175.320
	1000	900	142.230	1000	1100	62.175
	1100	900	42.400	1100	1100	28.795
	1200	900	32.565	1200	1100	31.810
	1300	900	42.270	1300	1100	59.935
	1400	900	56.700	1400	1100	53.600
	1500	900	59.523	1500	1100	73.095
	1600	900	58.183	1600	1100	34.048
	1800	900	60.284	1800	1100	39.505
	1900	900	53.340	1900	1100	65.425
	2000	900	90.254	2000	1100	54.405
	2100	900	69.410	2100	1100	64.203
	2200	900	92.604	2200	1100	90.498
	2300	900	51.722	2300	1100	49.095
	2400	900	48.620	2400	1100	75.023
	2500	900	74.714	2500	1100	88.173
	2600	900	87.184	2600	1100	112.055
	2700	900	93.980	2700	1100	83.943
Tx4.15	800	900	312.640	800	1100	467.885
	900	900	179.968	900	1100	206.335
	1000	900	164.603	1000	1100	72.363
	1100	900	49.088	1100	1100	33.113
	1200	900	37.580	1200	1100	38.695
	1300	900	49.865	1300	1100	74.423
	1400	900	70.878	1400	1100	68.273
	1500	900	79.658	1500	1100	96.090
	1600	900	46.130	1600	1100	40.053
	1700	900	45.180	1700	1100	23.125
	1800	900	49.138	1800	1100	37.113
	1900	900	39.338	1900	1100	46.525
	2000	900	68.080	2000	1100	40.188
	2100	900	54.338	2100	1100	49.808
	2200	900	75.126	2200	1100	73.628
	2300	900	43.106	2300	1100	41.048
	2400	900	41.916	2400	1100	64.980
	2500	900	66.264	2500	1100	78.298
	2600	900	78.540	2600	1100	101.488
	2700	900	85.864	2700	1100	76.888
Tx4.16	800	900	359.935	800	1100	539.365
	900	900	208.930	900	1100	241.038
	1000	900	191.988	1000	1100	84.428
	1100	900	57.293	1100	1100	38.413
	1200	900	43.838	1200	1100	46.570
	1300	900	75.243	1300	1100	91.245

	1400	900	76.693	1400	1100	85.763
	1500	900	104.935	1500	1100	124.805
	1600	900	61.778	1600	1100	58.168
	1700	900	49.425	1700	1100	39.290
	1800	900	40.136	1800	1100	16.745
Tx4.17	800	900	386.248	800	1100	580.003
	900	900	224.268	900	1100	261.265
	1000	900	204.673	1000	1100	90.010
	1100	900	60.153	1100	1100	39.788
	1200	900	45.098	1200	1100	49.478
	1300	900	60.455	1300	1100	97.128
	1400	900	90.823	1400	1100	91.228
	1500	900	111.260	1500	1100	131.130
	1600	900	66.400	1600	1100	65.485
	1700	900	49.795	1700	1100	44.075
	1800	900	58.640	1800	1100	47.585
	1900	900	62.296	1900	1100	75.605
Tx4.18	800	900	427.435	800	1100	648.080
	900	900	248.013	900	1100	294.920
	1000	900	224.743	1000	1100	99.916
	1100	900	65.693	1100	1100	42.892
	1200	900	48.528	1200	1100	55.302
	1300	900	64.410	1300	1100	109.620
	1400	900	98.818	1400	1100	104.318
	1500	900	123.020	1500	1100	149.568
	1600	900	75.800	1600	1100	79.312
	1700	900	56.058	1700	1100	52.600
	1800	900	50.028	1800	1100	48.558
	1900	900	44.408	1900	1100	86.078
	2000	900	86.140	2000	1100	80.830
Tx4.19	800	900	470.648	800	1100	709.953
	900	900	274.978	900	1100	325.455
	1000	900	250.268	1000	1100	110.803
	1100	900	73.265	1100	1100	47.620
	1200	900	54.138	1200	1100	61.765
	1300	900	83.533	1300	1100	124.695
	1400	900	19.390	1400	1100	120.363
	1500	900	144.060	1500	1100	175.215
	1600	900	91.683	1600	1100	97.120
	1700	900	66.575	1700	1100	66.915
	1800	900	53.992	1800	1100	61.185
	1900	900	44.238	1900	1100	108.515
	2000	900	81.342	2000	1100	79.218
	2100	900	34.310	2100	1100	34.363
	800	900	503.228	800	1100	759.700
	900	900	296.303	900	1100	348.743
	1000	900	271.380	1000	1100	119.415
	1100	900	78.713	1100	1100	51.120
	1200	900	58.073	1200	1100	64.368
	1300	900	0.000	1300	1100	135.615

Tx4.20	1400	900	0.000	1400	1100	130.475
	1500	900	161.663	1500	1100	191.598
	1600	900	104.498	1600	1100	108.088
	1700	900	76.740	1700	1100	73.320
	1800	900	60.144	1800	1100	61.970
	1900	900	48.946	1900	1100	97.408
	2000	900	89.796	2000	1100	62.723
	2100	900	63.204	2100	1100	49.483
	2200	900	78.788	2200	1100	51.610
	2300	900	SV	2300	1100	1.005
Tx4.21	800	900	555.855	800	1100	838.533
	900	900	329.690	900	1100	387.015
	1000	900	303.718	1000	1100	133.300
	1100	900	88.248	1100	1100	57.135
	1200	900	66.123	1200	1100	74.755
	1300	900	184.293	1300	1100	152.530
	1400	900	65.093	1400	1100	150.565
	1500	900	190.418	1500	1100	224.395
	1600	900	126.010	1600	1100	129.740
	1700	900	93.598	1700	1100	89.820
	1800	900	74.910	1800	1100	75.938
	1900	900	60.596	1900	1100	117.445
	2000	900	104.322	2000	1100	74.253
	2100	900	69.892	2100	1100	69.063
	2200	900	88.576	2200	1100	76.248
	2300	900	63.880	2300	1100	68.245
Tx4.22	800	900	606.874	800	1100	915.475
	900	900	362.948	900	1100	423.493
	1000	900	337.142	1000	1100	147.383
	1100	900	97.794	1100	1100	63.695
	1200	900	72.870	1200	1100	83.470
	1300	900	80.834	1300	1100	170.480
	1400	900	131.616	1400	1100	170.380
	1500	900	222.288	1500	1100	257.833
	1600	900	149.220	1600	1100	151.398
	1700	900	113.304	1700	1100	106.253
	1800	900	91.788	1800	1100	89.315
	1900	900	76.816	1900	1100	137.625
	2000	900	130.564	2000	1100	87.488
	2100	900	88.616	2100	1100	83.730
	2200	900	123.386	2200	1100	93.533
	2300	900	73.288	2300	1100	43.083
	2400	900	46.890	2400	1100	40.655
	800	900	654.103	800	1100	980.027
	900	900	393.553	900	1100	454.283
	1000	900	367.600	1000	1100	159.197
	1100	900	106.410	1100	1100	69.203
	1200	900	79.590	1200	1100	90.570
	1300	900	111.577	1300	1100	186.383
	1400	900	183.600	1400	1100	187.687

Tx4.23	1500	900	251.433	1500	1100	287.623
	1600	900	170.983	1600	1100	170.917
	1700	900	131.310	1700	1100	121.217
	1800	900	108.590	1800	1100	102.877
	1900	900	91.965	1900	1100	155.427
	2000	900	153.080	2000	1100	98.473
	2100	900	101.255	2100	1100	94.410
	2200	900	138.110	2200	1100	106.653
	2300	900	84.448	2300	1100	48.513
	2400	900	46.298	2400	1100	40.523
	2500	900	56.553	2500	1100	53.567
	2600	900	SV	2600	1100	6.020
Tx4.24	800	900	714.127	800	1100	SV
	900	900	431.807	900	1100	SV
	1000	900	405.143	1000	1100	SV
	1100	900	117.280	1100	1100	SV
	1200	900	87.903	1200	1100	SV
	1300	900	124.130	1300	1100	SV
	1400	900	205.730	1400	1100	SV
	1500	900	285.247	1500	1100	SV
	1600	900	196.017	1600	1100	SV
	1700	900	152.430	1700	1100	SV
	1800	900	126.903	1800	1100	116.850
	1900	900	108.207	1900	1100	177.363
	2000	900	177.360	2000	1100	111.560
	2100	900	113.657	2100	1100	105.933
	2200	900	145.940	2200	1100	117.307
	2300	900	86.253	2300	1100	52.593
	2400	900	50.380	2400	1100	50.253
	2500	900	47.153	2500	1100	51.187
	2600	900	64.123	2600	1100	138.293
Tx4.25	800	900	767.817	800	1100	SV
	900	900	466.977	900	1100	SV
	1000	900	440.037	1000	1100	SV
	1100	900	127.217	1100	1100	SV
	1200	900	95.600	1200	1100	SV
	1300	900	136.643	1300	1100	SV
	1400	900	228.230	1400	1100	SV
	1500	900	319.463	1500	1100	SV
	1600	900	221.830	1600	1100	SV
	1700	900	174.060	1700	1100	SV
	1800	900	146.980	1800	1100	136.880
	1900	900	126.700	1900	1100	201.940
	2000	900	207.330	2000	1100	127.760
	2100	900	132.477	2100	1100	120.913
	2200	900	164.770	2200	1100	132.607
	2300	900	95.207	2300	1100	59.263
	2400	900	60.050	2400	1100	59.803
	2500	900	62.417	2500	1100	60.677
	2600	900	102.173	2600	1100	99.053

	2700	900	0.003	2700	1100	87.663
--	------	-----	-------	------	------	--------

Quadro 4. Dados Bloco 5

	X	Y	Resistividade	X	Y	Resistividade
Tx5.1	800	1200	206.227	800	1400	185.937
	900	1200	116.460	900	1400	34.710
	1000	1200	27.693	1000	1400	49.267
	1100	1200	23.460	1100	1400	33.550
	1200	1200	44.440	1200	1400	75.280
	1300	1200	68.487	1300	1400	62.220
	1400	1200	65.077	1400	1400	64.807
	1500	1200	134.247	1500	1400	65.913
	1600	1200	79.797	1600	1400	91.000
	1700	1200	100.413	1700	1400	114.490
	1800	1200	84.320	1800	1400	106.077
	1900	1200	91.693	1900	1400	86.920
	2000	1200	108.493	2000	1400	105.300
	2100	1200	103.567	2100	1400	67.090
	2200	1200	75.117	2200	1400	87.733
	2300	1200	69.637	2300	1400	123.110
	2400	1200	96.360	2400	1400	140.133
	2500	1200	103.420	2500	1400	141.350
	2600	1200	170.833	2600	1400	62.520
	2700	1200	0.000	2700	1400	116.823
Tx5.2	800	1200	192.123	800	1400	179.523
	900	1200	111.787	900	1400	34.403
	1000	1200	27.153	1000	1400	49.043
	1100	1200	23.833	1100	1400	32.577
	1200	1200	43.880	1200	1400	73.343
	1300	1200	66.223	1300	1400	60.653
	1400	1200	63.790	1400	1400	64.667
	1500	1200	131.430	1500	1400	66.220
	1600	1200	78.670	1600	1400	SV
	1700	1200	102.120	1700	1400	77.690
	1800	1200	82.860	1800	1400	106.483
	1900	1200	91.730	1900	1400	87.483
	2000	1200	106.140	2000	1400	105.900
	2100	1200	104.150	2100	1400	70.443
	2200	1200	77.740	2200	1400	91.780
	2300	1200	73.460	2300	1400	124.373
	2400	1200	101.040	2400	1400	139.740
	2500	1200	104.320	2500	1400	144.707
	2600	1200	60.070	2600	1400	61.680
	2700	1200	123.200	2700	1400	113.067
Tx5.3	800	1200	171.638	800	1400	169.378
	900	1200	105.773	900	1400	33.678
	1000	1200	26.390	1000	1400	48.498
	1100	1200	24.163	1100	1400	31.415
	1200	1200	42.740	1200	1400	71.240
	1300	1200	66.643	1300	1400	59.385
	1400	1200	63.795	1400	1400	64.648
	1500	1200	131.630	1500	1400	67.018
	1600	1200	79.520	1600	1400	95.193
	1700	1200	108.120	1700	1400	119.850
	1800	1200	78.778	1800	1400	112.903

	1900	1200	89.228	1900	1400	93.420
	2000	1200	102.195	2000	1400	111.697
	2100	1200	101.095	2100	1400	78.753
	2200	1200	76.933	2200	1400	101.857
	2300	1200	72.910	2300	1400	132.773
	2400	1200	98.238	2400	1400	147.207
	2500	1200	100.858	2500	1400	158.310
	2600	1200	139.643	2600	1400	64.433
	2700	1200	24.140	2700	1400	116.327
Tx5.4	800	1200	174.923	800	1400	176.543
	900	1200	118.180	900	1400	38.823
	1000	1200	30.687	1000	1400	57.933
	1100	1200	29.723	1100	1400	36.057
	1200	1200	52.687	1200	1400	84.500
	1300	1200	81.920	1300	1400	71.757
	1400	1200	80.317	1400	1400	79.407
	1500	1200	165.800	1500	1400	83.780
	1600	1200	100.460	1600	1400	122.700
	1700	1200	137.087	1700	1400	155.077
	1800	1200	105.720	1800	1400	140.123
	1900	1200	120.230	1900	1400	115.573
	2000	1200	134.360	2000	1400	138.577
	2100	1200	137.970	2100	1400	102.260
	2200	1200	105.980	2200	1400	132.213
	2300	1200	101.970	2300	1400	165.030
	2400	1200	133.120	2400	1400	176.977
	2500	1200	134.140	2500	1400	200.153
	2600	1200	70.720	2600	1400	73.530
	2700	1200	149.990	2700	1400	130.227
Tx5.5	800	1200	99.460	800	1400	176.717
	900	1200	109.247	900	1400	44.943
	1000	1200	31.087	1000	1400	67.940
	1100	1200	33.273	1100	1400	38.317
	1200	1200	61.770	1200	1400	94.243
	1300	1200	99.743	1300	1400	83.337
	1400	1200	100.113	1400	1400	94.660
	1500	1200	207.963	1500	1400	103.663
	1600	1200	128.540	1600	1400	154.737
	1700	1200	182.813	1700	1400	198.450
	1800	1200	138.845	1800	1400	181.917
	1900	1200	159.920	1900	1400	151.813
	2000	1200	177.880	2000	1400	181.230
	2100	1200	183.520	2100	1400	141.067
	2200	1200	147.020	2200	1400	183.837
	2300	1200	143.930	2300	1400	220.630
	2400	1200	188.865	2400	1400	234.243
	2500	1200	181.850	2500	1400	274.750
	2600	1200	100.635	2600	1400	100.947
	2700	1200	198.390	2700	1400	166.793
Tx5.6	800	1200	46.090	800	1400	48.733
	1800	1200	142.700	1800	1400	186.857
	1900	1200	166.063	1900	1400	156.447
	2000	1200	185.957	2000	1400	188.530
	2100	1200	193.033	2100	1400	148.573
	2200	1200	156.603	2200	1400	195.470
	2300	1200	154.603	2300	1400	234.933
	2400	1200	203.323	2400	1400	249.613

	2500	1200	196.567	2500	1400	296.193
	2600	1200	285.943	2600	1400	108.273
	2700	1200	11.193	2700	1400	178.687
Tx5.7	800	1200	71.870	800	1400	61.750
	900	1200	17.443	900	1400	13.690
	1800	1200	126.950	1800	1400	161.743
	1900	1200	148.670	1900	1400	138.510
	2000	1200	169.400	2000	1400	169.870
	2100	1200	177.100	2100	1400	134.177
	2200	1200	144.410	2200	1400	178.947
	2300	1200	143.760	2300	1400	219.027
	2400	1200	191.157	2400	1400	234.697
	2500	1200	186.253	2500	1400	279.777
	2600	1200	224.507	2600	1400	103.433
	2700	1200	66.033	2700	1400	171.280
Tx5.8	800	1200	110.790	800	1400	91.353
	900	1200	34.963	900	1400	13.790
	1000	1200	5.478	1000	1400	15.677
	1800	1200	82.128	1800	1400	132.033
	1900	1200	98.138	1900	1400	115.420
	2000	1200	114.168	2000	1400	144.390
	2100	1200	120.793	2100	1400	115.147
	2200	1200	99.750	2200	1400	156.187
	2300	1200	100.438	2300	1400	193.813
	2400	1200	134.730	2400	1400	210.063
	2500	1200	132.678	2500	1400	251.887
	2600	1200	120.315	2600	1400	93.890
	2700	1200	94.553	2700	1400	156.787
Tx5.9	800	1200	174.653	800	1400	143.817
	900	1200	62.113	900	1400	20.217
	1000	1200	13.353	1000	1400	22.797
	1100	1200	2.913	1100	1400	7.277
	1800	1200	84.073	1800	1400	105.850
	1900	1200	102.910	1900	1400	94.920
	2000	1200	122.637	2000	1400	121.777
	2100	1200	131.963	2100	1400	98.463
	2200	1200	110.740	2200	1400	135.950
	2300	1200	112.983	2300	1400	171.437
	2400	1200	153.417	2400	1400	187.977
	2500	1200	152.527	2500	1400	227.427
	2600	1200	183.640	2600	1400	85.657
	2700	1200	58.550	2700	1400	143.780
Tx5.10	800	1200	224.330	800	1400	185.917
	900	1200	85.117	900	1400	25.677
	1000	1200	16.063	1000	1400	26.983
	1100	1200	9.870	1100	1400	15.017
	1200	1200	28.747	1200	1400	32.087
	1800	1200	74.505	1800	1400	94.597
	1900	1200	92.780	1900	1400	85.713
	2000	1200	112.475	2000	1400	111.923
	2100	1200	122.695	2100	1400	91.220
	2200	1200	104.290	2200	1400	128.237
	2300	1200	107.905	2300	1400	163.597
	2400	1200	148.230	2400	1400	181.083
	2500	1200	147.935	2500	1400	220.720
	2600	1200	226.550	2600	1400	83.253
	2700	1200	0.190	2700	1400	140.147

Tx5.11	800	1200	293.620	800	1400	243.920
	900	1200	118.347	900	1400	34.840
	1000	1200	23.463	1000	1400	38.543
	1100	1200	16.103	1100	1400	21.627
	1200	1200	31.287	1200	1400	32.730
	1300	1200	27.993	1300	1400	12.757
	1800	1200	61.240	1800	1400	77.837
	1900	1200	78.600	1900	1400	72.387
	2000	1200	98.010	2000	1400	97.343
	2100	1200	108.930	2100	1400	80.343
	2200	1200	94.240	2200	1400	115.690
	2300	1200	99.210	2300	1400	150.130
	2400	1200	146.510	2400	1400	168.220
	2500	1200	0.000	2500	1400	207.130
	2600	1200	365.240	2600	1400	78.513
	2700	1200	0.000	2700	1400	132.700
Tx5.12	800	1200	340.617	800	1400	289.263
	900	1200	139.180	900	1400	40.960
	1000	1200	26.720	1000	1400	48.300
	1100	1200	17.767	1100	1400	31.190
	1200	1200	34.037	1200	1400	52.420
	1300	1200	33.157	1300	1400	30.280
	1400	1200	25.093	1400	1400	44.157
	1800	1200	51.460	1800	1400	67.293
	1900	1200	68.615	1900	1400	63.867
	2000	1200	88.130	2000	1400	88.670
	2100	1200	100.185	2100	1400	73.827
	2200	1200	88.240	2200	1400	109.420
	2300	1200	94.865	2300	1400	144.503
	2400	1200	141.740	2400	1400	163.833
	2500	1200	0.000	2500	1400	203.790
	2600	1200	358.080	2600	1400	77.400
	2700	1200	0.000	2700	1400	131.137
Tx5.13	800	1200	385.803	800	1400	328.757
	900	1200	161.077	900	1400	46.830
	1000	1200	30.987	1000	1400	56.403
	1100	1200	20.857	1100	1400	37.713
	1200	1200	41.473	1200	1400	66.330
	1300	1200	44.047	1300	1400	40.243
	1400	1200	25.103	1400	1400	33.863
	1500	1200	41.080	1500	1400	30.483
	1800	1200	43.647	1800	1400	51.700
	1900	1200	58.933	1900	1400	51.747
	2000	1200	79.010	2000	1400	76.687
	2100	1200	90.843	2100	1400	62.963
	2200	1200	81.033	2200	1400	98.000
	2300	1200	88.857	2300	1400	134.640
	2400	1200	135.307	2400	1400	155.623
	2500	1200	0.000	2500	1400	194.227
	2600	1200	350.083	2600	1400	74.453
	2700	1200	0.000	2700	1400	127.167
	800	1200	452.420	800	1400	386.707
	900	1200	193.020	900	1400	55.763
	1000	1200	37.627	1000	1400	68.430
	1100	1200	25.817	1100	1400	46.810
	1200	1200	53.367	1200	1400	85.907
	1300	1200	61.670	1300	1400	55.230

Tx5.14	1400	1200	38.177	1400	1400	44.757
	1500	1200	50.960	1500	1400	26.487
	1600	1200	21.490	1600	1400	38.160
	1800	1200	28.378	1800	1400	34.573
	1900	1200	43.308	1900	1400	36.940
	2000	1200	62.835	2000	1400	60.087
	2100	1200	75.603	2100	1400	50.020
	2200	1200	69.650	2200	1400	82.800
	2300	1200	78.915	2300	1400	119.400
	2400	1200	116.418	2400	1400	141.720
	2500	1200	121.948	2500	1400	178.827
	2600	1200	90.355	2600	1400	69.783
	2700	1200	125.363	2700	1400	120.700
Tx5.15	800	1200	506.500	800	1400	433.463
	900	1200	219.477	900	1400	63.023
	1000	1200	43.040	1000	1400	77.963
	1100	1200	29.783	1100	1400	53.803
	1200	1200	62.283	1200	1400	101.273
	1300	1200	76.033	1300	1400	67.697
	1400	1200	50.650	1400	1400	56.080
	1500	1200	74.253	1500	1400	35.023
	1600	1200	26.383	1600	1400	30.130
	1700	1200	22.403	1700	1400	28.350
	1800	1200	18.945	1800	1400	22.333
	1900	1200	31.950	1900	1400	24.233
	2000	1200	47.933	2000	1400	44.633
	2100	1200	60.703	2100	1400	37.110
	2200	1200	57.820	2200	1400	67.110
	2300	1200	68.220	2300	1400	102.973
	2400	1200	104.008	2400	1400	126.073
	2500	1200	111.463	2500	1400	160.960
	2600	1200	92.860	2600	1400	63.980
	2700	1200	105.833	2700	1400	112.373
Tx5.16	800	1200	460.388	800	1400	489.660
	900	1200	202.660	900	1400	72.013
	1000	1200	40.148	1000	1400	89.928
	1100	1200	28.188	1100	1400	62.725
	1200	1200	59.728	1200	1400	120.775
	1300	1200	76.100	1300	1400	83.493
	1400	1200	53.836	1400	1400	71.728
	1500	1200	85.382	1500	1400	48.393
	1600	1200	33.996	1600	1400	42.638
	1700	1200	30.976	1700	1400	30.090
	1800	1200	24.265	1800	1400	15.433
Tx5.17	800	1200	624.233	800	1400	535.433
	900	1200	276.500	900	1400	78.953
	1000	1200	54.763	1000	1400	99.090
	1100	1200	38.400	1100	1400	69.583
	1200	1200	82.357	1200	1400	136.217
	1300	1200	107.043	1300	1400	96.390
	1400	1200	78.317	1400	1400	84.003
	1500	1200	128.257	1500	1400	60.213
	1600	1200	54.063	1600	1400	0.000
	1700	1200	44.933	1700	1400	0.000
	1800	1200	34.023	1800	1400	26.873
	1900	1200	16.370	1900	1400	25.783
	800	1200	684.233	800	1400	585.490

Tx5.18	900	1200	305.570	900	1400	86.733
	1000	1200	60.807	1000	1400	109.383
	1100	1200	42.710	1100	1400	77.003
	1200	1200	91.593	1200	1400	152.290
	1300	1200	121.090	1300	1400	109.527
	1400	1200	90.923	1400	1400	96.897
	1500	1200	152.507	1500	1400	72.540
	1600	1200	67.043	1600	1400	0.000
	1700	1200	58.013	1700	1400	35.200
	1800	1200	43.367	1800	1400	40.840
	1900	1200	30.220	1900	1400	27.297
	2000	1200	35.423	2000	1400	24.507
	2100	1200	SV	2100	1400	8.177
Tx5.19	800	1200	748.193	800	1400	640.080
	900	1200	336.590	900	1400	95.607
	1000	1200	67.457	1000	1400	120.770
	1100	1200	47.693	1100	1400	85.220
	1200	1200	102.247	1200	1400	170.213
	1300	1200	137.337	1300	1400	124.207
	1400	1200	105.503	1400	1400	111.873
	1500	1200	181.310	1500	1400	86.617
	1600	1200	82.710	1600	1400	103.623
	1700	1200	75.137	1700	1400	71.783
	1800	1200	68.193	1800	1400	57.733
	1900	1200	44.285	1900	1400	38.770
	2000	1200	37.765	2000	1400	31.867
	2100	1200	30.893	2100	1400	47.597
	2200	1200	SV	2200	1400	13.507
Tx5.20	800	1200	816.313	800	1400	698.470
	900	1200	370.213	900	1400	105.027
	1000	1200	74.797	1000	1400	133.297
	1100	1200	53.370	1100	1400	93.933
	1200	1200	113.990	1200	1400	189.273
	1300	1200	155.517	1300	1400	139.837
	1400	1200	121.883	1400	1400	128.217
	1500	1200	214.313	1500	1400	101.980
	1600	1200	101.000	1600	1400	115.683
	1700	1200	95.737	1700	1400	98.290
	1800	1200	74.300	1800	1400	76.547
	1900	1200	65.470	1900	1400	52.590
	2000	1200	58.283	2000	1400	45.077
	2100	1200	44.390	2100	1400	29.880
	2200	1200	23.910	2200	1400	55.853
Tx5.21	800	1200	867.163	800	1400	742.160
	900	1200	395.017	900	1400	112.187
	1000	1200	80.043	1000	1400	142.197
	1100	1200	57.413	1100	1400	99.350
	1200	1200	121.020	1200	1400	200.650
	1300	1200	166.507	1300	1400	148.990
	1400	1200	132.127	1400	1400	138.033
	1500	1200	235.153	1500	1400	111.687
	1600	1200	112.990	1600	1400	81.293
	1700	1200	146.527	1700	1400	79.247
	1800	1200	85.157	1800	1400	88.227
	1900	1200	79.370	1900	1400	61.210
	2000	1200	71.983	2000	1400	54.007
	2100	1200	59.863	2100	1400	34.207

	2200	1200	32.213	2200	1400	31.747
	2300	1200	34.730	2300	1400	57.817
Tx5.22	800	1200	928.967	800	1400	793.867
	900	1200	425.433	900	1400	120.440
	1000	1200	86.457	1000	1400	152.500
	1100	1200	62.180	1100	1400	106.003
	1200	1200	129.690	1200	1400	214.290
	1300	1200	179.630	1300	1400	159.743
	1400	1200	143.943	1400	1400	149.097
	1500	1200	258.387	1500	1400	122.277
	1600	1200	125.800	1600	1400	45.263
	1700	1200	292.193	1700	1400	44.700
	1800	1200	95.715	1800	1400	100.943
	1900	1200	91.465	1900	1400	69.703
	2000	1200	83.308	2000	1400	62.170
	2100	1200	70.868	2100	1400	38.913
	2200	1200	43.338	2200	1400	33.653
	2300	1200	32.538	2300	1400	27.787
	2400	1200	55.645	2400	1400	20.850
	2500	1200	SV	2500	1400	26.723
Tx5.23	800	1200	1005.213	800	1400	857.620
	900	1200	461.863	900	1400	130.400
	1000	1200	93.847	1000	1400	165.093
	1100	1200	67.480	1100	1400	114.703
	1200	1200	140.957	1200	1400	232.960
	1300	1200	196.073	1300	1400	174.557
	1400	1200	158.507	1400	1400	163.457
	1500	1200	286.810	1500	1400	135.867
	1600	1200	141.250	1600	1400	152.733
	1700	1200	142.150	1700	1400	153.660
	1800	1200	108.178	1800	1400	117.563
	1900	1200	103.688	1900	1400	81.513
	2000	1200	95.345	2000	1400	74.620
	2100	1200	79.235	2100	1400	46.027
	2200	1200	48.375	2200	1400	40.980
	2300	1200	33.545	2300	1400	32.620
	2400	1200	37.420	2400	1400	19.407
	2500	1200	66.013	2500	1400	93.940
	2600	1200	SV	2600	1400	0.020
Tx5.24	800	1200	1092.760	800	1400	932.823
	900	1200	503.710	900	1400	142.163
	1000	1200	102.753	1000	1400	180.460
	1100	1200	74.057	1100	1400	125.800
	1200	1200	155.077	1200	1400	256.687
	1300	1200	217.270	1300	1400	193.627
	1400	1200	177.330	1400	1400	182.490
	1500	1200	323.887	1500	1400	153.490
	1600	1200	161.430	1600	1400	174.910
	1700	1200	164.907	1700	1400	179.400
	1800	1200	SV	1800	1400	139.840
	1900	1200	SV	1900	1400	98.450
	2000	1200	SV	2000	1400	92.735
	2100	1200	SV	2100	1400	58.190
	2200	1200	SV	2200	1400	54.550
	2300	1200	SV	2300	1400	45.990
	2400	1200	SV	2400	1400	29.340
	2500	1200	SV	2500	1400	55.825

	2600	1200	SV	2600	1400	41.775
Tx5.25	800	1200	1177.177	800	1400	1003.193
	900	1200	543.443	900	1400	153.143
	1000	1200	110.950	1000	1400	194.668
	1100	1200	80.037	1100	1400	135.708
	1200	1200	167.597	1200	1400	277.768
	1300	1200	235.910	1300	1400	210.245
	1400	1200	193.700	1400	1400	198.835
	1500	1200	356.103	1500	1400	168.855
	1600	1200	179.067	1600	1400	201.448
	1700	1200	265.803	1700	1400	195.485
	1800	1200	141.930	1800	1400	158.943
	1900	1200	138.730	1900	1400	112.737
	2000	1200	132.213	2000	1400	108.223
	2100	1200	111.578	2100	1400	68.007
	2200	1200	70.068	2200	1400	66.043
	2300	1200	49.185	2300	1400	58.350
	2400	1200	50.158	2400	1400	39.817
	2500	1200	45.765	2500	1400	51.713
	2600	1200	23.123	2600	1400	17.877
	2700	1200	123.315	2700	1400	102.213

ANEXO B

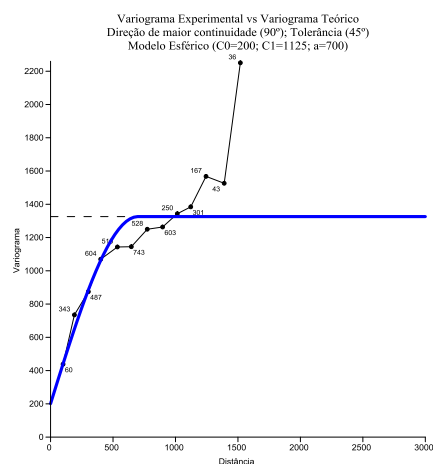


Figura 63. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 2 (Tx2.2, Tx3.2, Tx4.2 e Tx5.2)

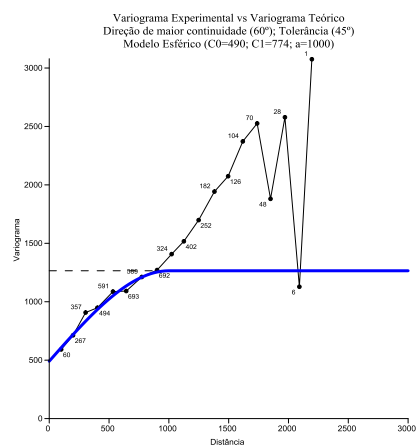


Figura 64. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 3 (Tx2.3, Tx3.3, Tx4.3 e Tx5.3)

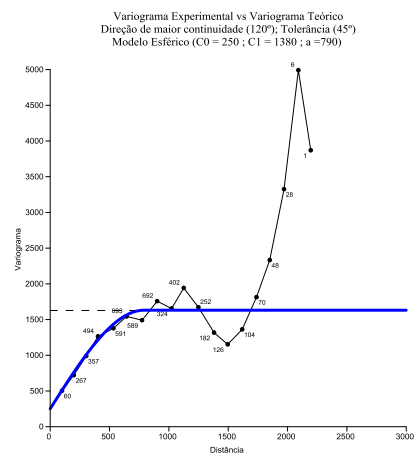


Figura 65. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 4 (Tx2.4, Tx3.4, Tx4.4 e Tx5.4)

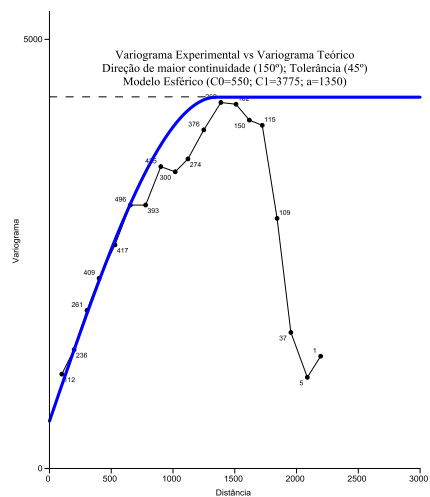


Figura 66. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 6 (Tx2.6, Tx3.6, Tx4.6 e Tx5.6)

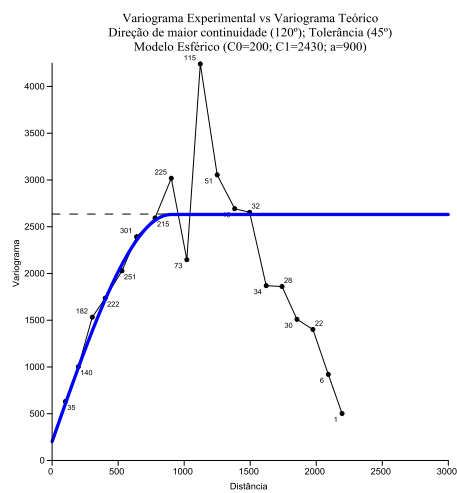


Figura 67. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 7 (Tx2.7, Tx3.7, Tx4.7 e Tx5.7)

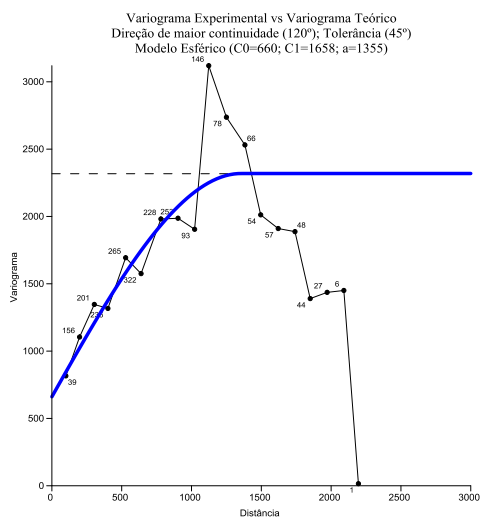


Figura 68. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 8 (Tx2.8, Tx3.8, Tx4.8 e Tx5.8)

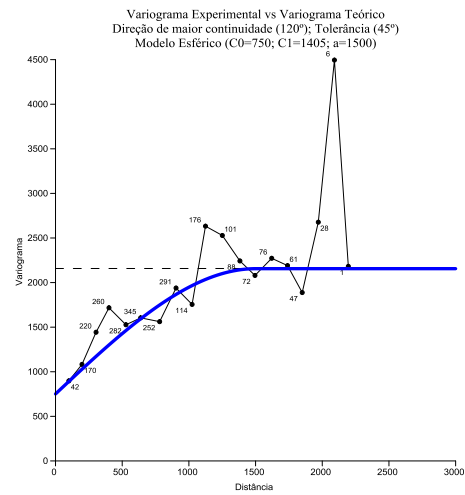


Figura 69. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 9 (Tx2.9, Tx3.9, Tx4.9 e Tx5.9)

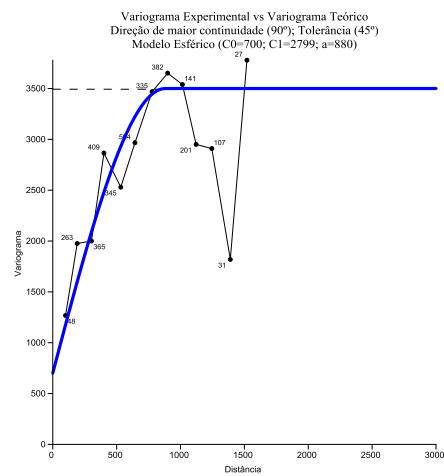


Figura 70. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 11 (Tx2.11, Tx3.11, Tx4.11 e Tx5.11)

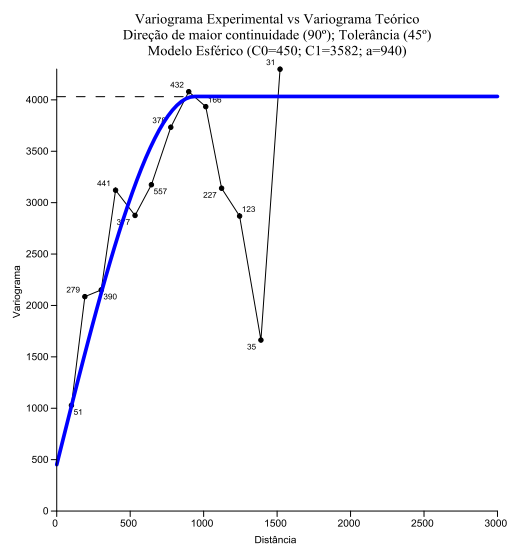


Figura 71. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 12 (Tx2.12, Tx3.12, Tx4.12 e Tx5.12)

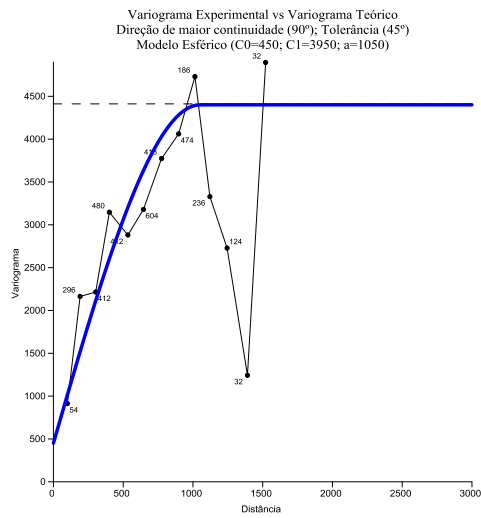


Figura 72. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 13 (Tx2.13, Tx3.13, Tx4.13 e Tx5.13)

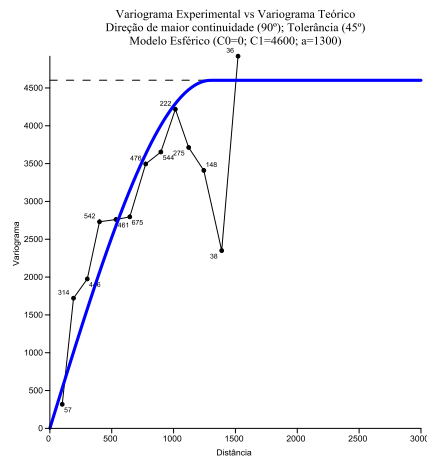


Figura 73. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 14 (Tx2.14, Tx3.14, Tx4.14 e Tx5.14)

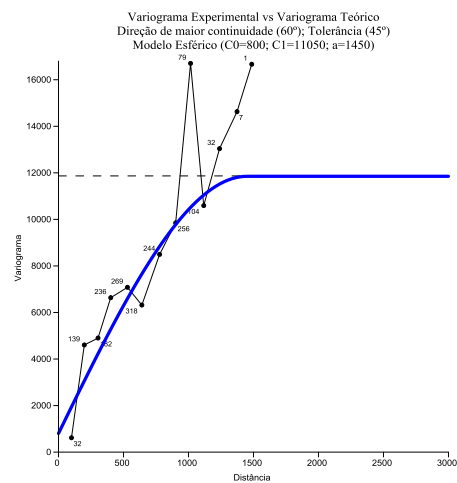


Figura 74. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 16 (Tx2.16, Tx3.16, Tx4.16 e Tx5.16)

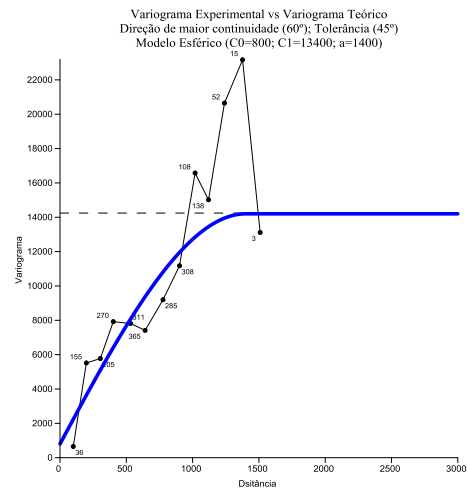


Figura 75. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 17 (Tx2.17, Tx3.17, Tx4.17 e Tx5.17)

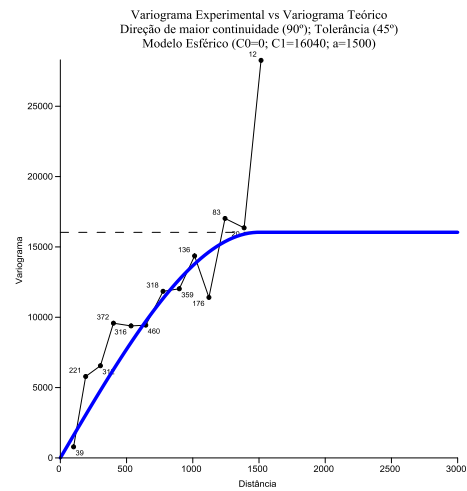


Figura 76. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 18 (Tx2.18, Tx3.18, Tx4.18 e Tx5.18)

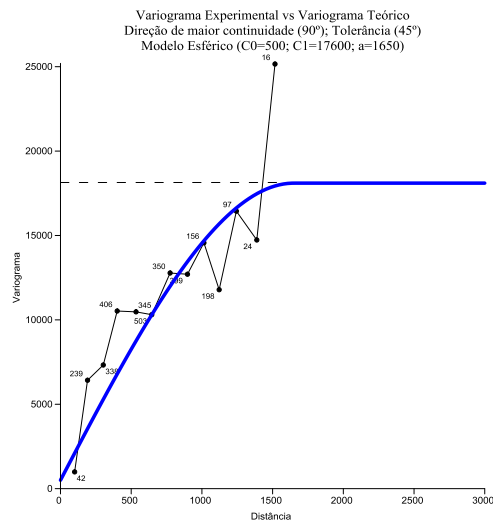


Figura 77. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 19 (Tx2.19, Tx3.19, Tx4.19 e Tx5.19)

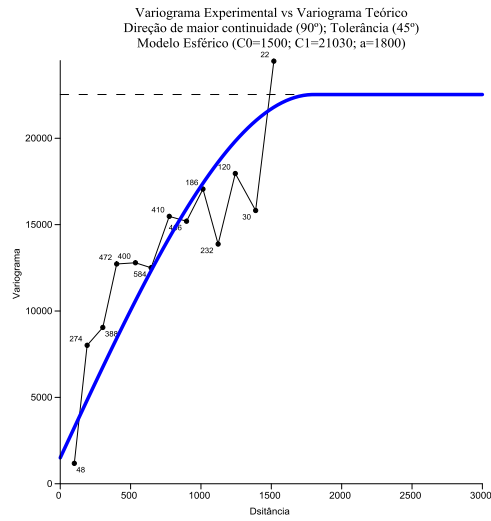


Figura 78. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 21 (Tx2.21, Tx3.21, Tx4.21 e Tx5.21)

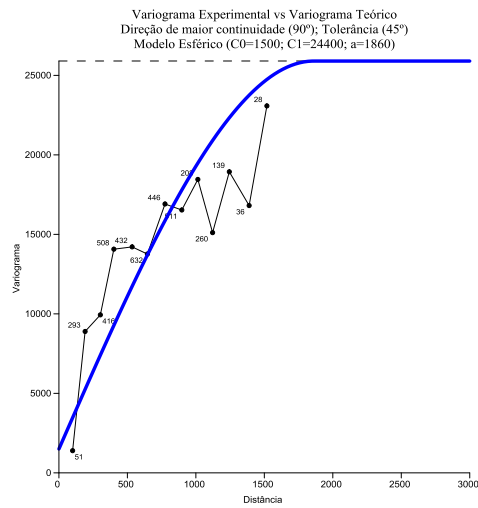


Figura 79. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 22 (Tx2.22, Tx3.22, Tx4.22 e Tx5.22)

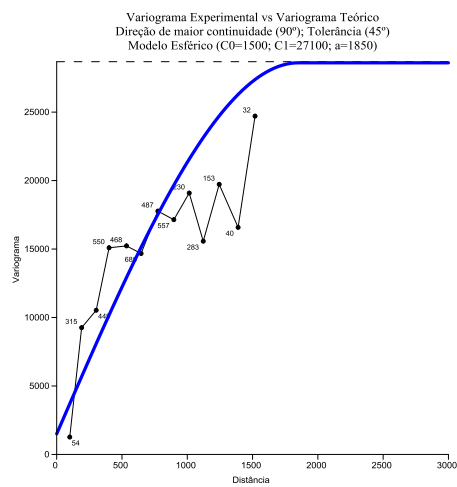


Figura 80. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 23 (Tx2.23, Tx3.23, Tx4.23 e Tx5.23)

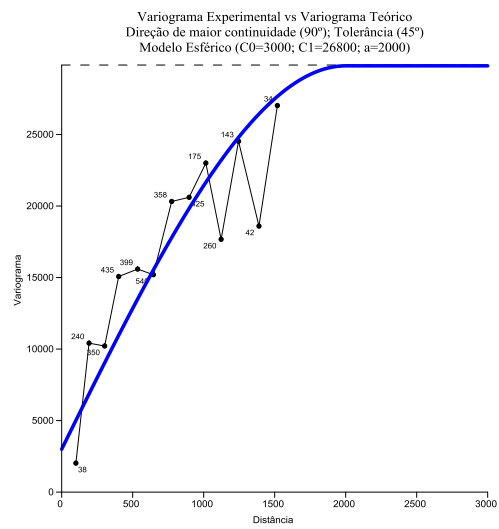


Figura 81. Variograma teórico ajustado ao Variograma Experimental para Tiros 24 (Tx2.24, Tx3.24, Tx4.24 e Tx5.24)

ANEXO C

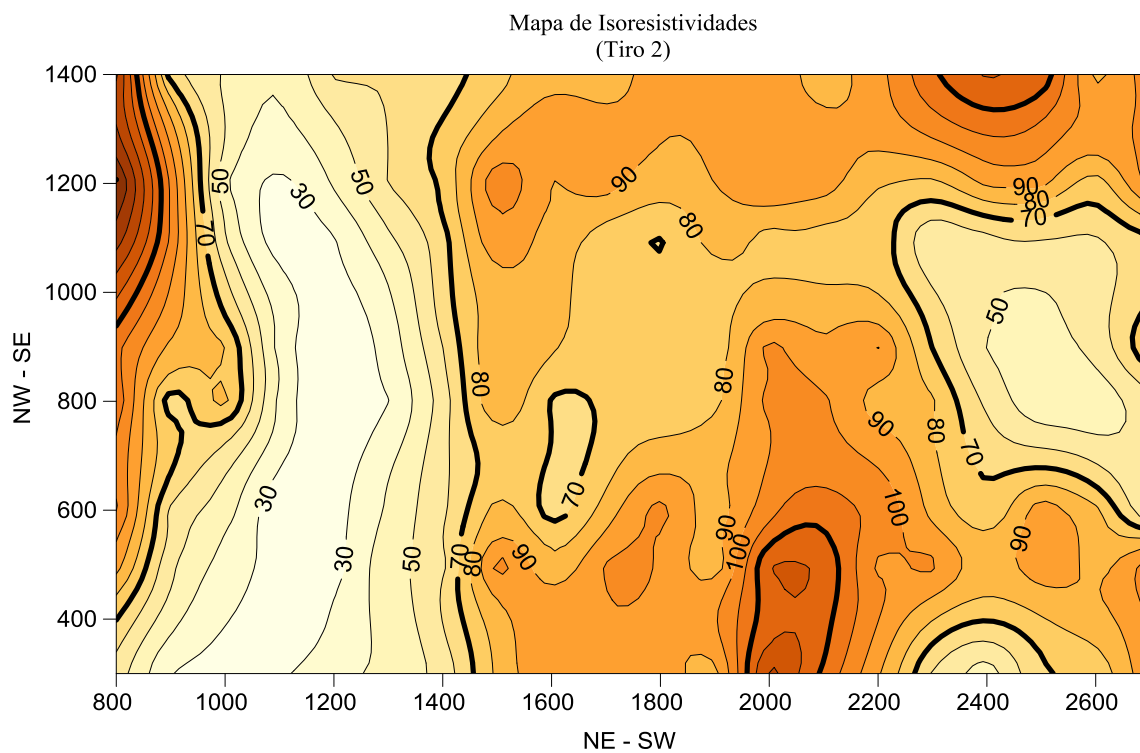


Figura 82. Mapa Comportamento Tiro 2 (Tx2.2, Tx3.2, Tx4.2 e Tx5.2)

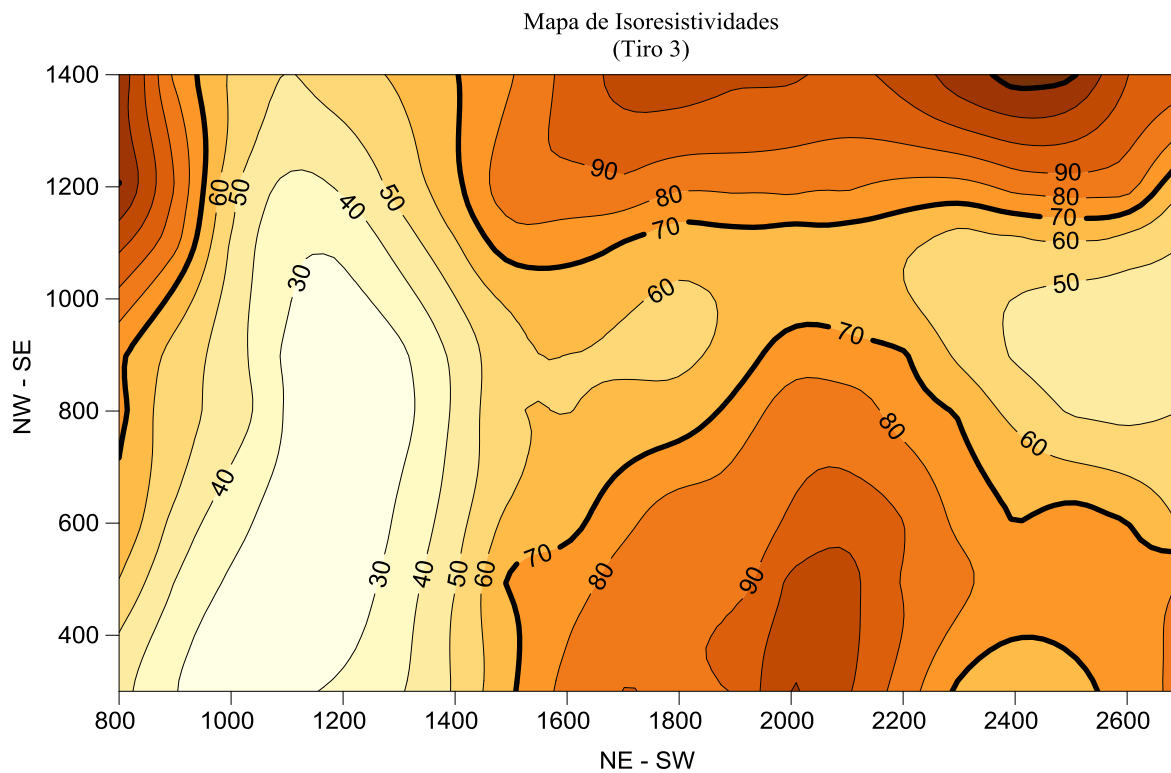


Figura 83. Mapa Comportamento Tiro 3 (Tx2.3, Tx3.3, Tx4.3 e Tx5.3)

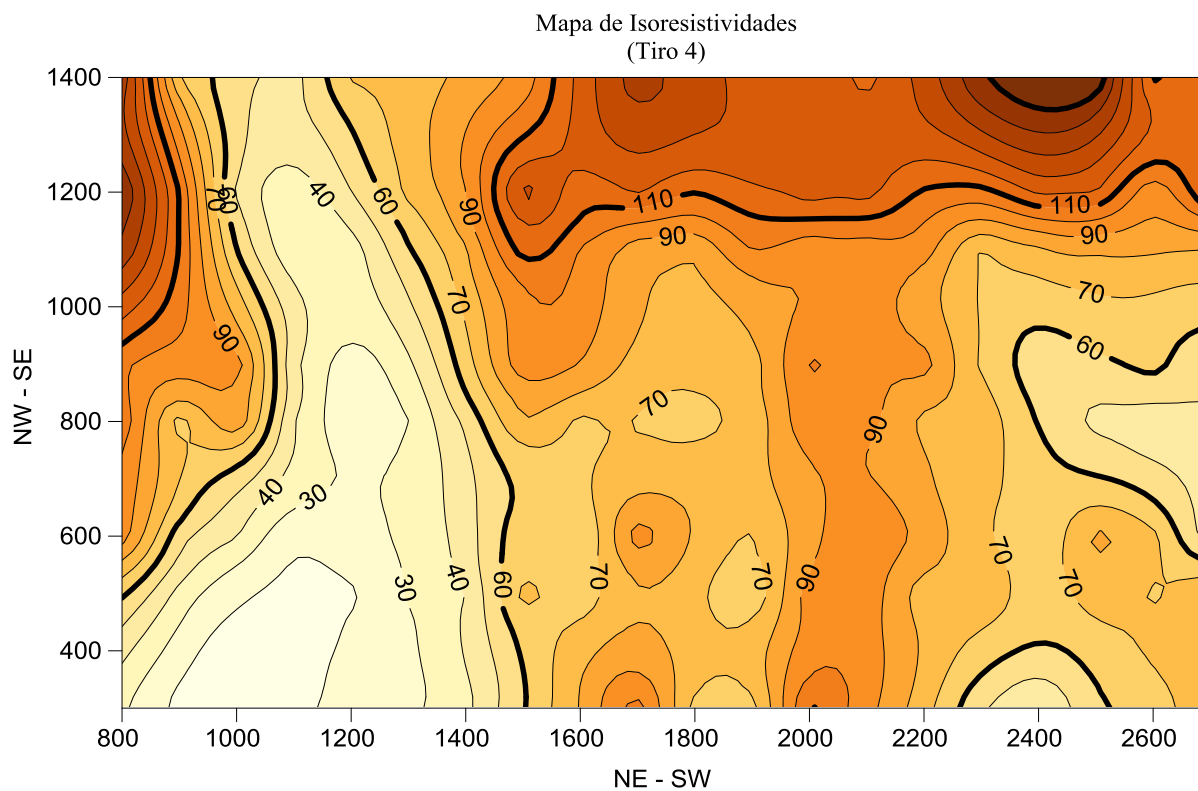


Figura 84. Mapa Comportamento Tiro 4 (Tx2.4, Tx3.4, Tx4.4 e Tx5.4)

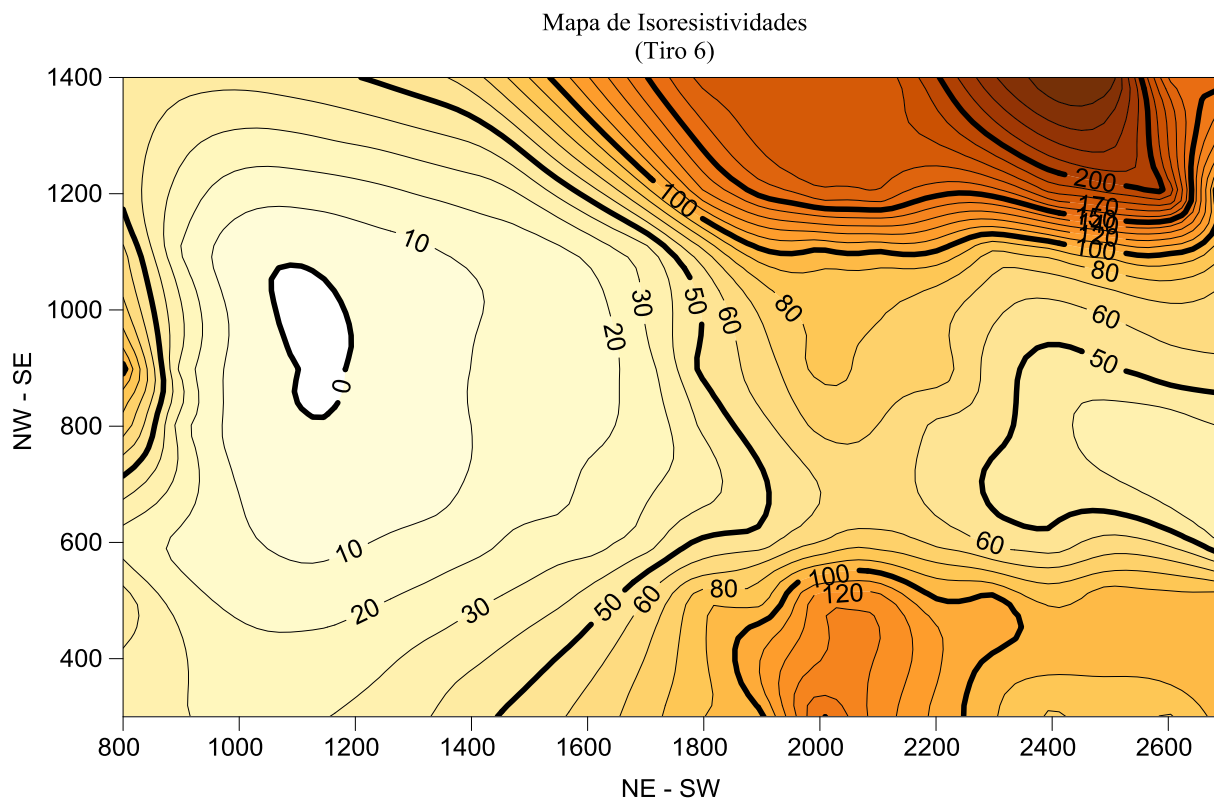


Figura 85. Mapa Comportamento Tiro 6 (Tx2.6, Tx3.6, Tx4.6 e Tx5.6)

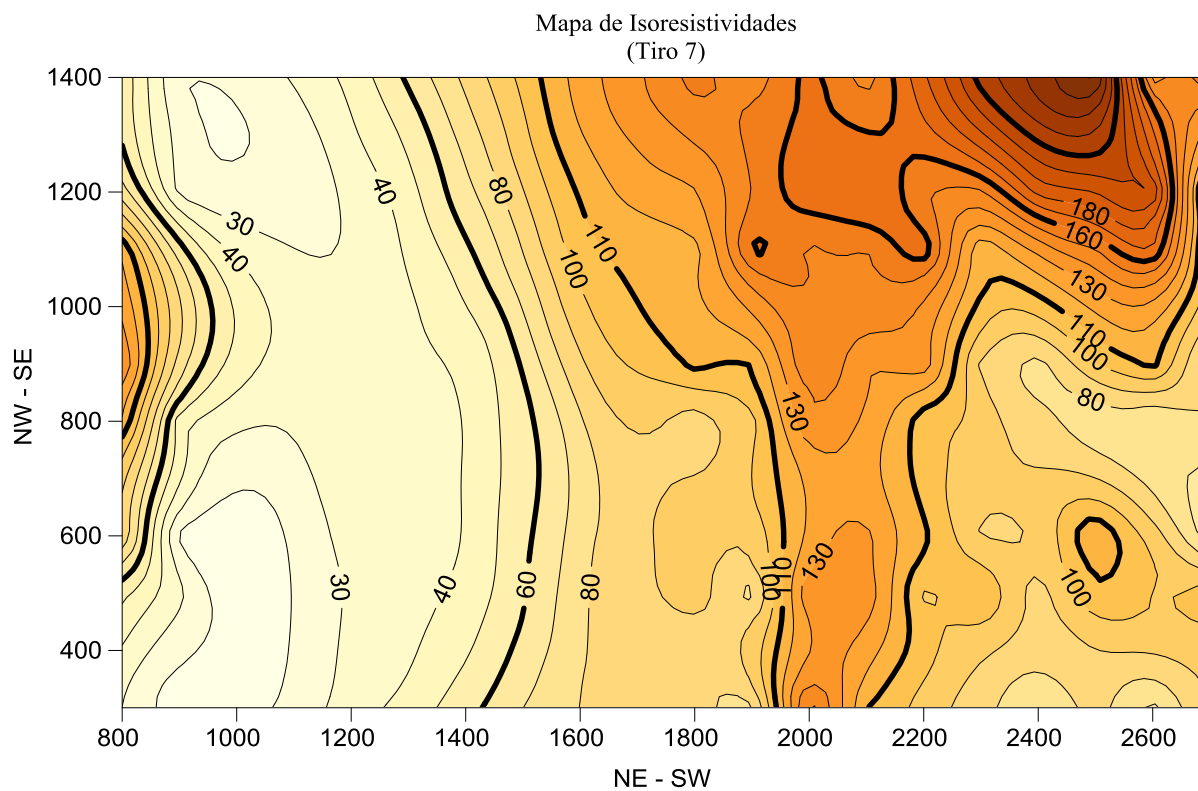


Figura 86. Mapa Comportamento Tiro 7 (Tx2.7, Tx3.7, Tx4.7 e Tx5.7)

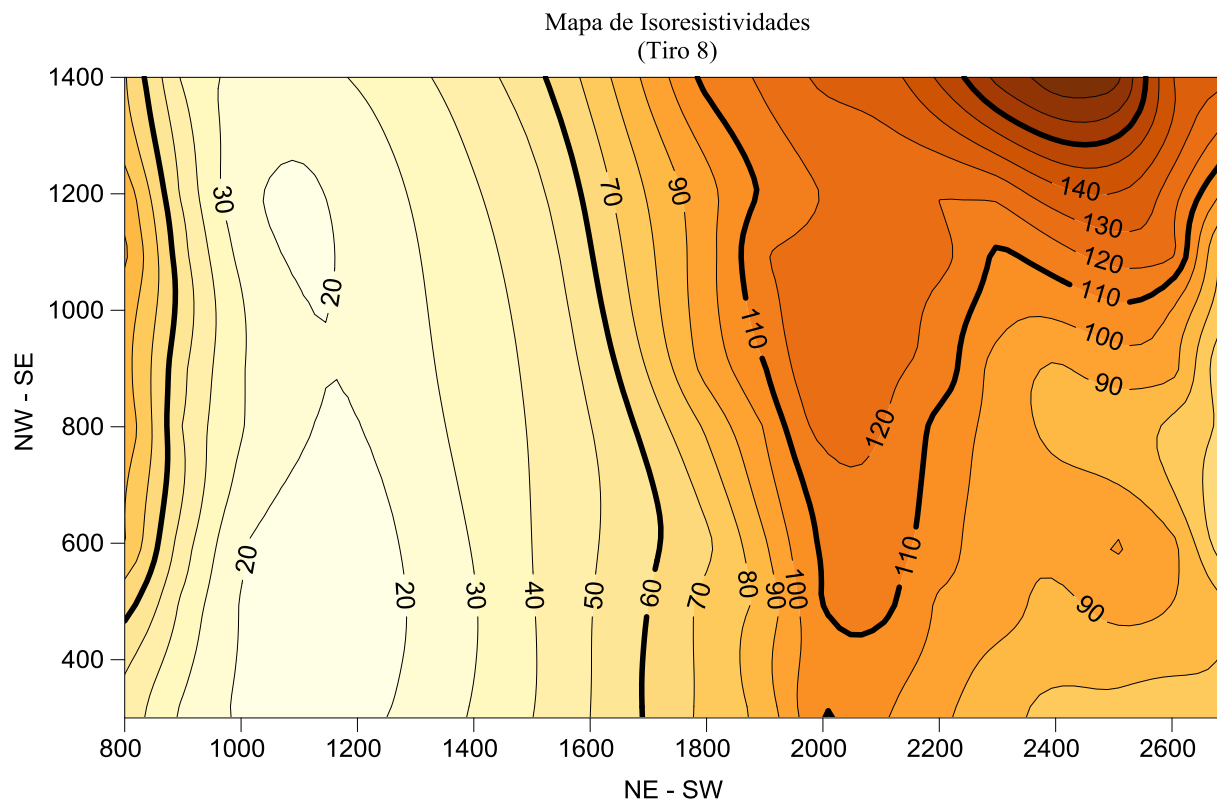


Figura 87. Mapa Comportamento Tiro 8 (Tx2.8, Tx3.8, Tx4.8 e Tx5.8)

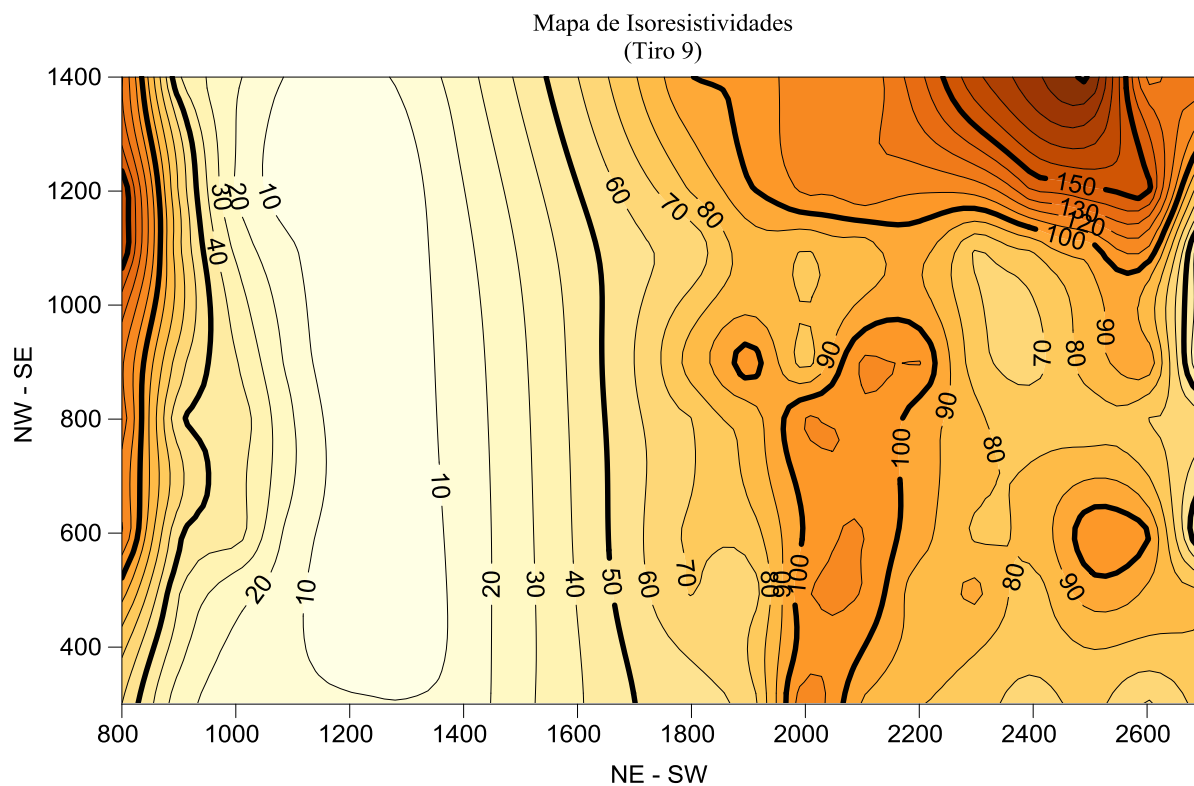


Figura 88. Mapa Comportamento Tiro 9 (Tx2.9, Tx3.9, Tx4.9 e Tx5.9)

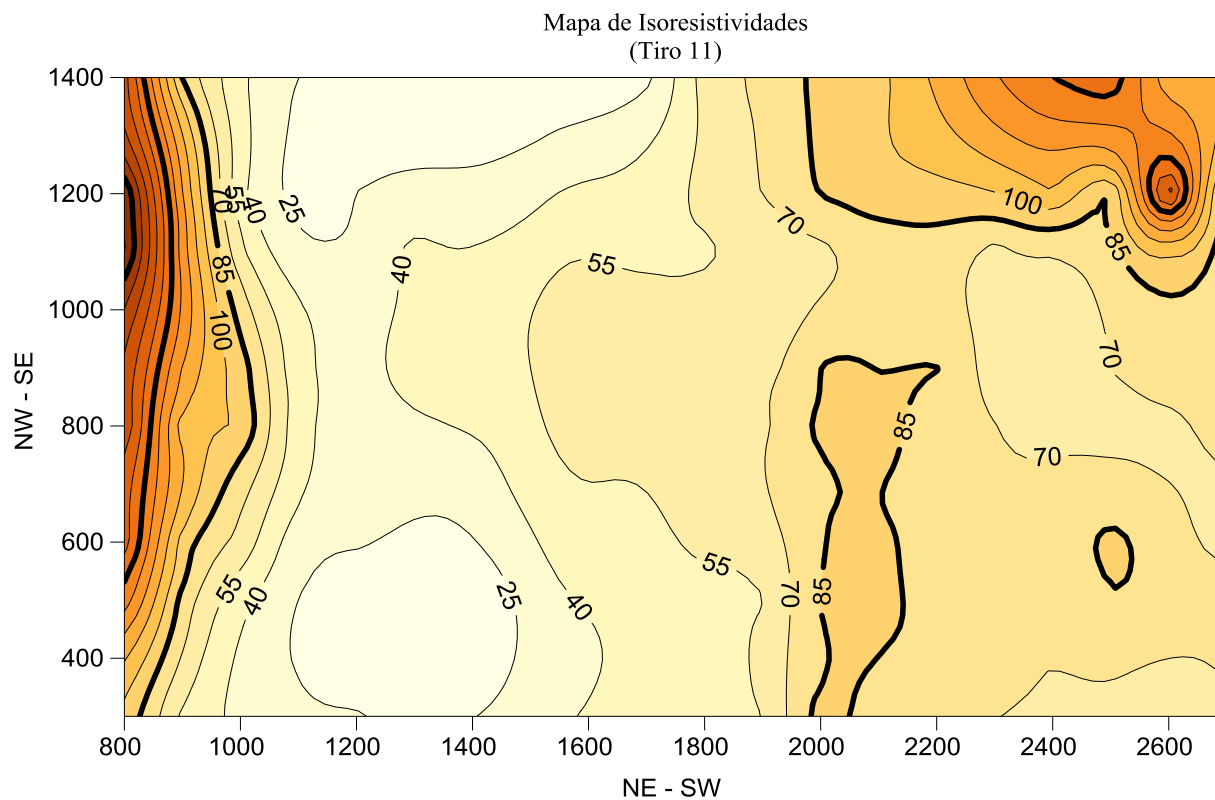


Figura 89. Mapa Comportamento Tiro 11 (Tx2.11, Tx3.11, Tx4.11 e Tx5.11)

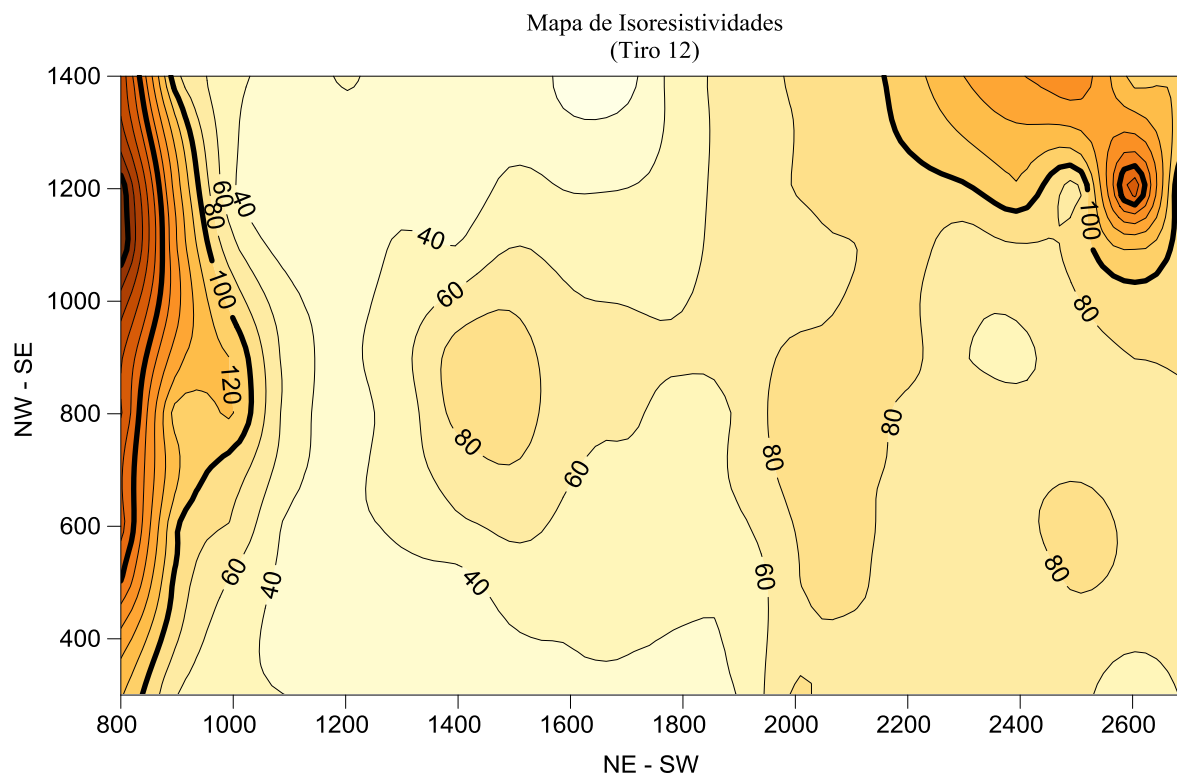


Figura 90. Mapa Comportamento Tiro 12 (Tx2.12, Tx3.12, Tx4.12 e Tx5.12)

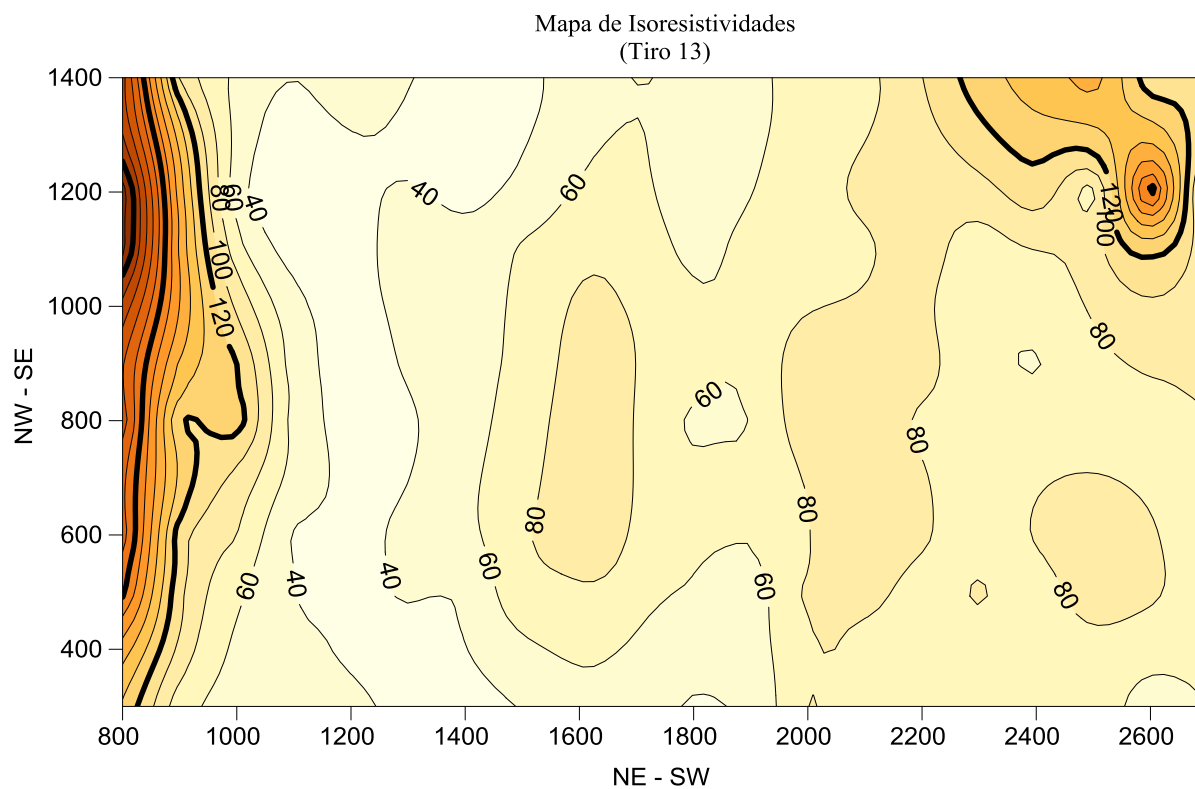


Figura 91. Mapa Comportamento Tiro 13 (Tx2.13, Tx3.13, Tx4.13 e Tx5.13)

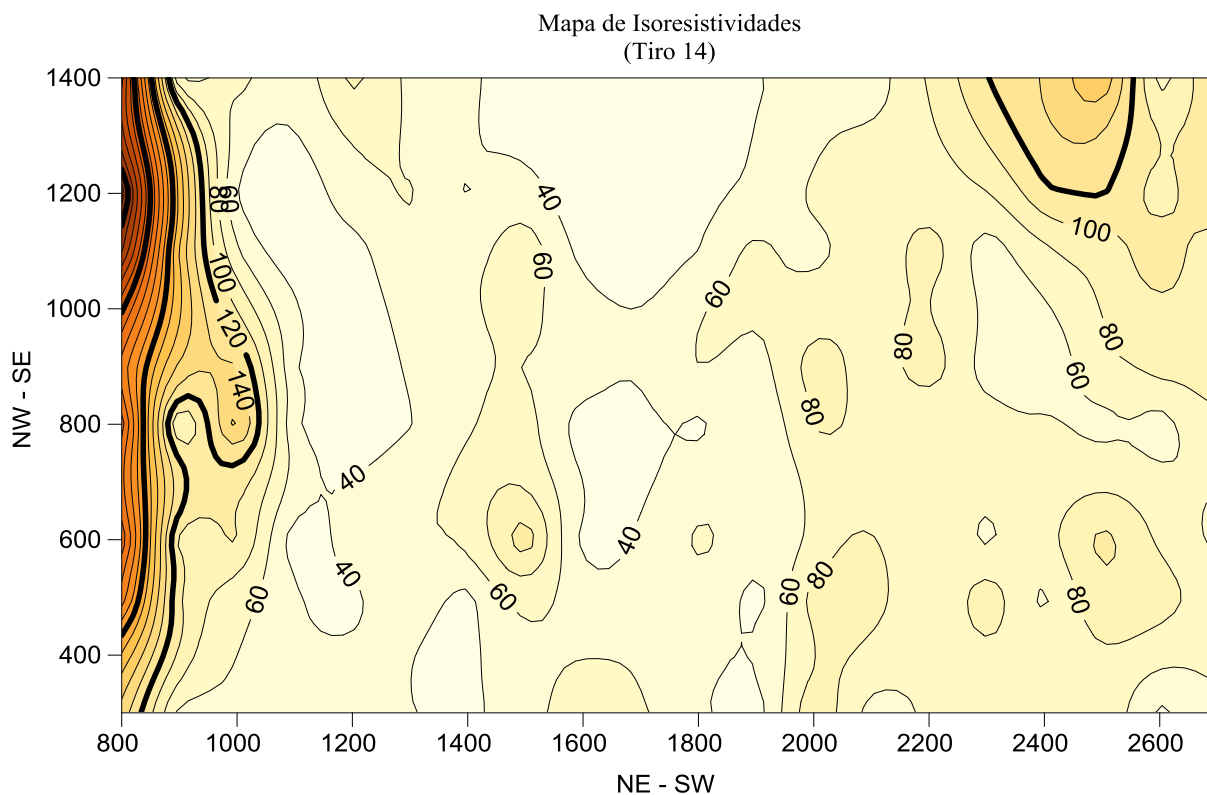


Figura 92. Mapa Comportamento Tiro 14 (Tx2.14, Tx3.14, Tx4.14 e Tx5.14)

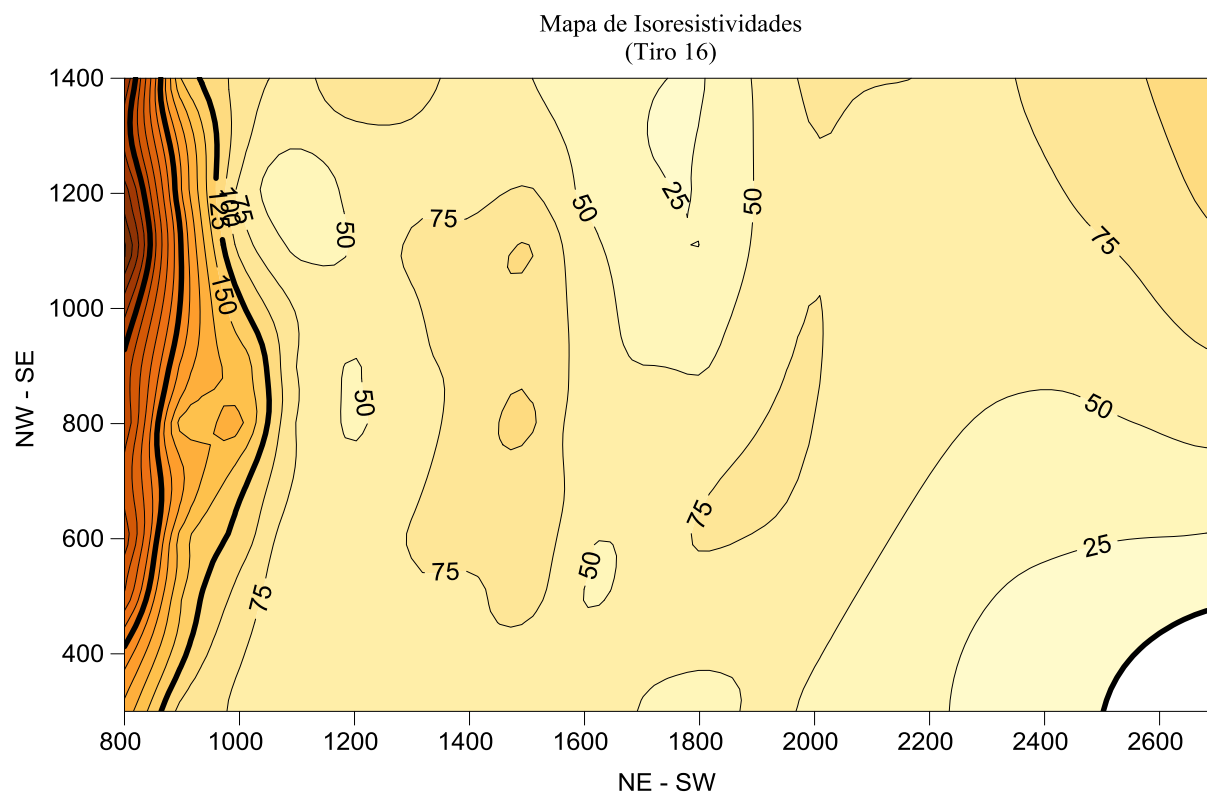


Figura 93. Mapa Comportamento Tiro 16 (Tx2.16, Tx3.16, Tx4.16 e Tx5.16)

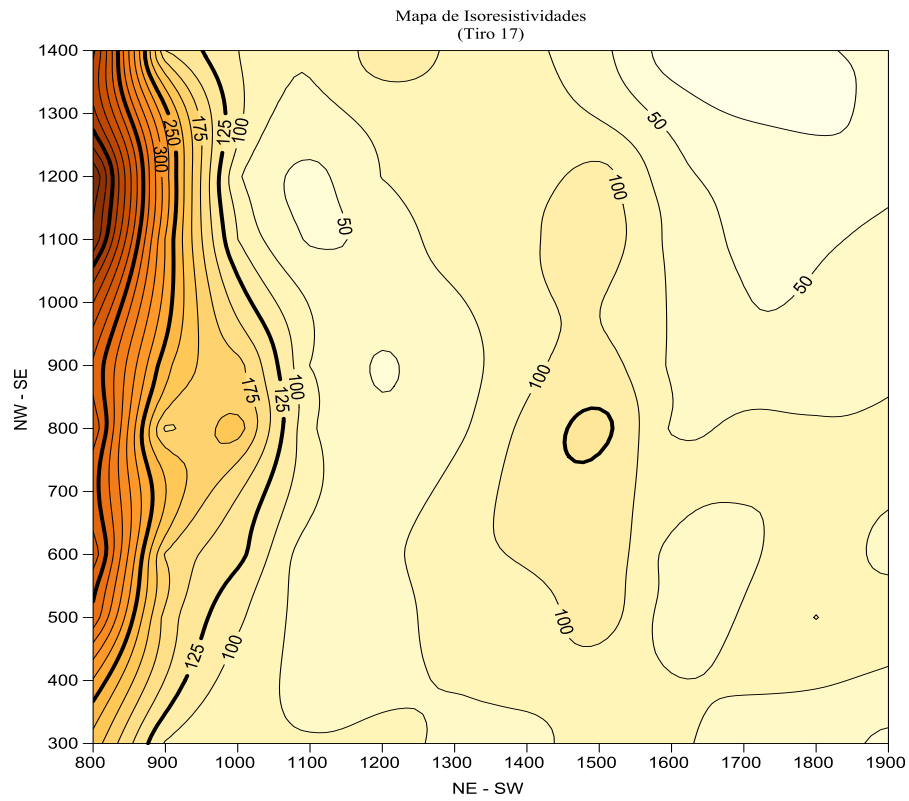


Figura 94. Mapa Comportamento Tiro 17 (Tx2.17, Tx3.17, Tx4.17 e Tx5.17)

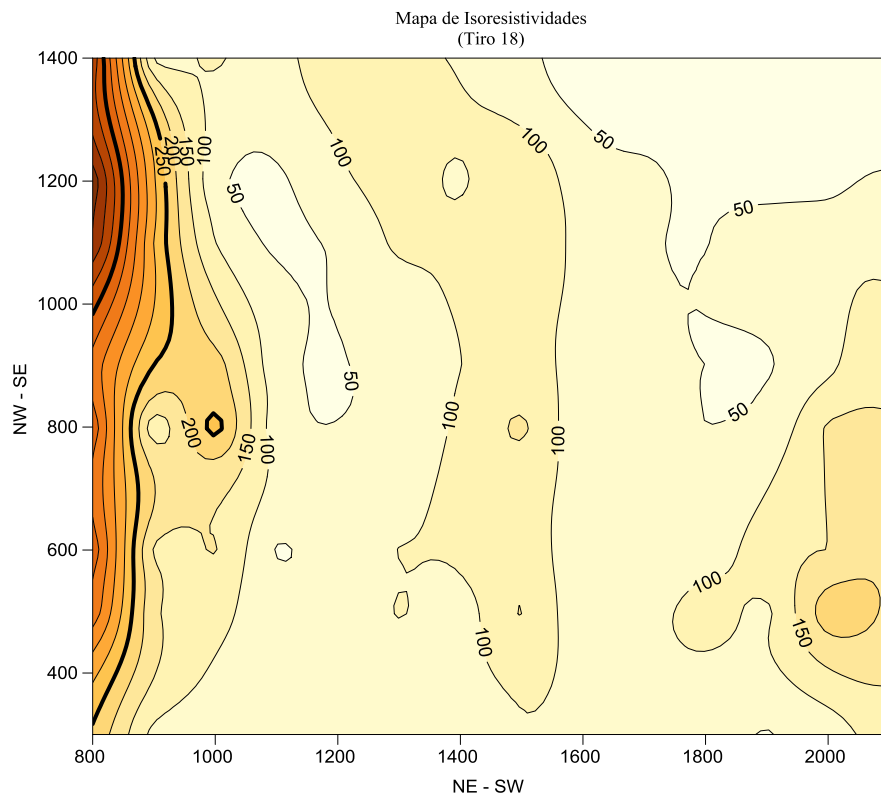


Figura 95. Mapa Comportamento Tiro 18 (Tx2.18, Tx3.18, Tx4.18 e Tx5.18)

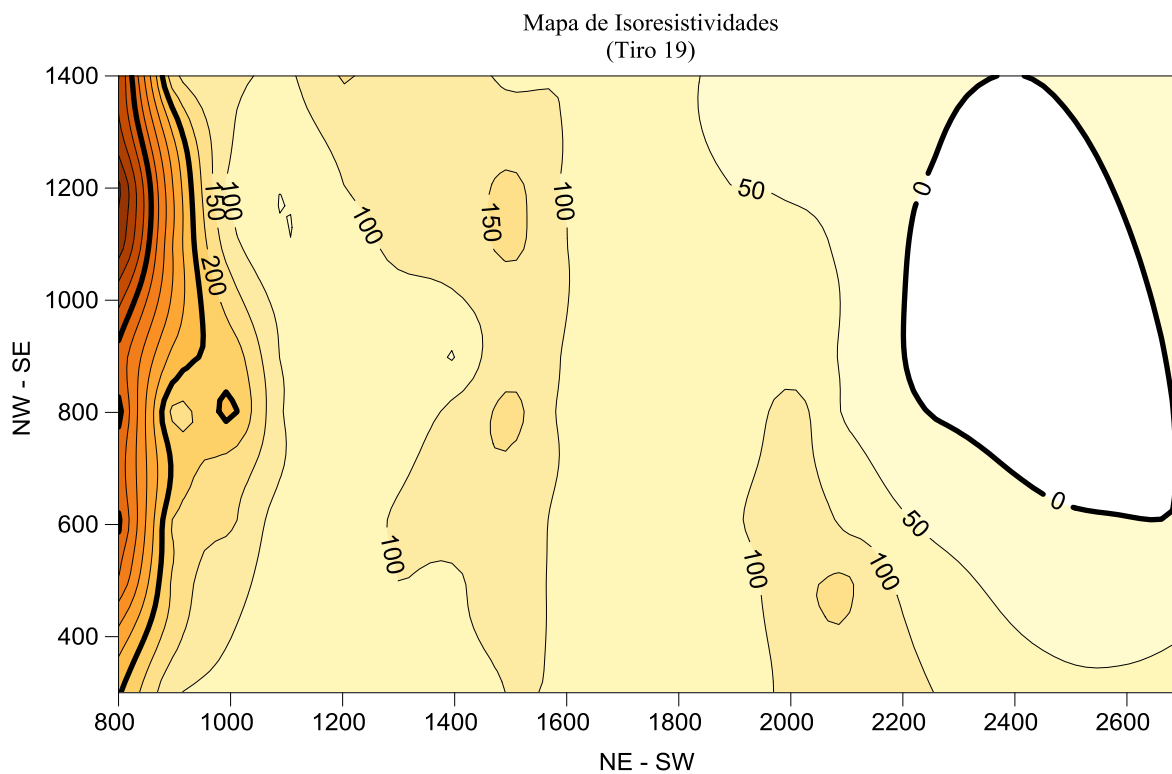


Figura 96. Mapa Comportamento Tiro 19 (Tx2.19, Tx3.19, Tx4.19 e Tx5.19)

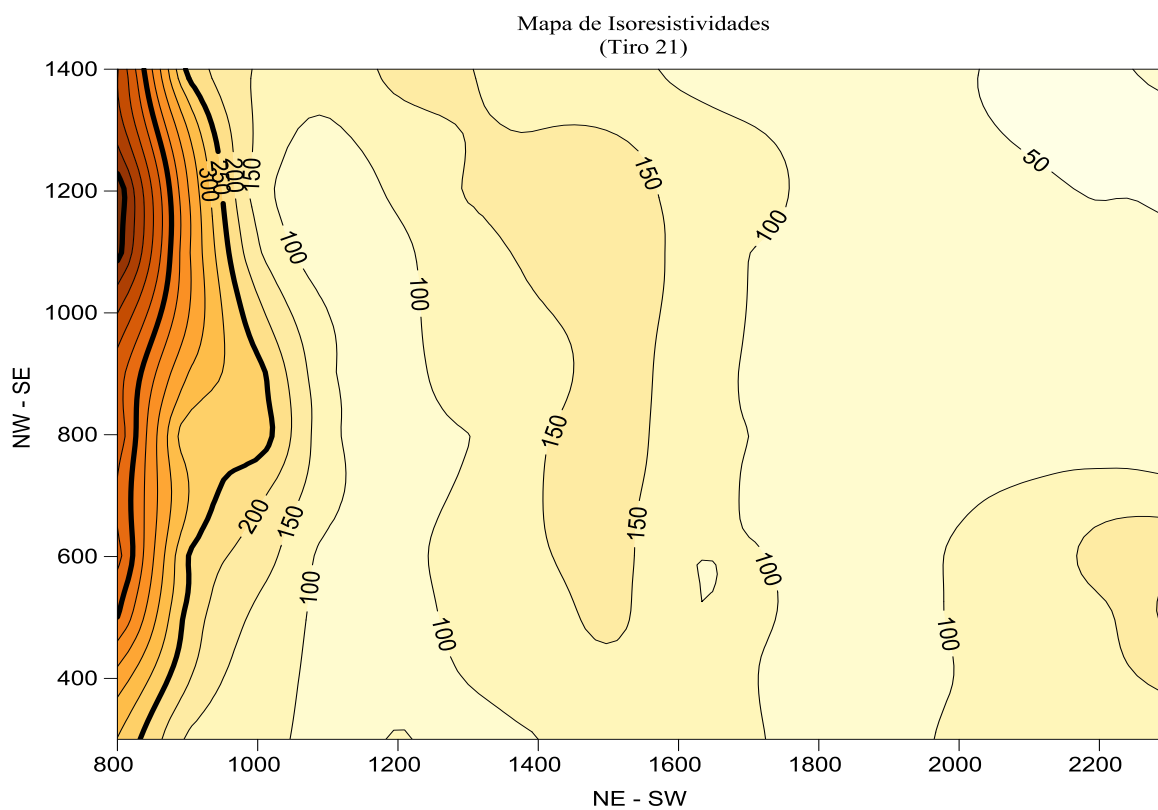


Figura 97. Mapa Comportamento Tiro 21 (Tx2.21, Tx3.21, Tx4.21 e Tx5.21)

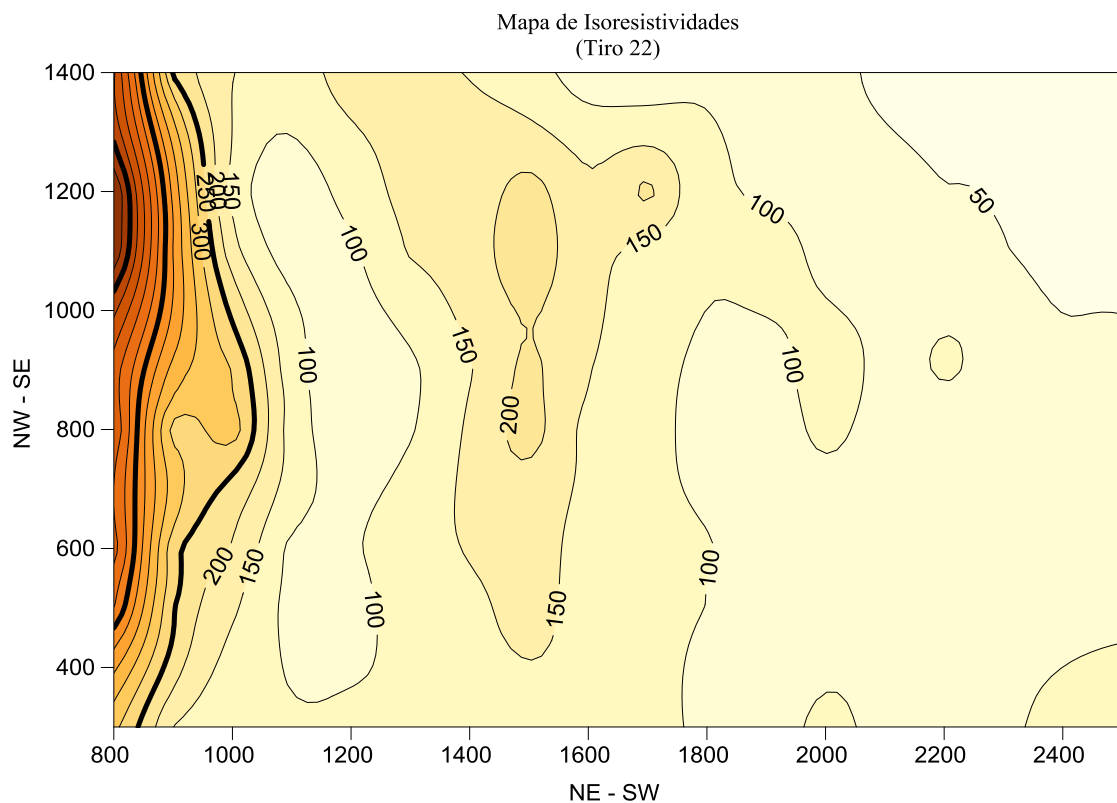


Figura 98. Mapa Comportamento Tiro 22 (Tx2.22, Tx3.22, Tx4.22 e Tx5.22)

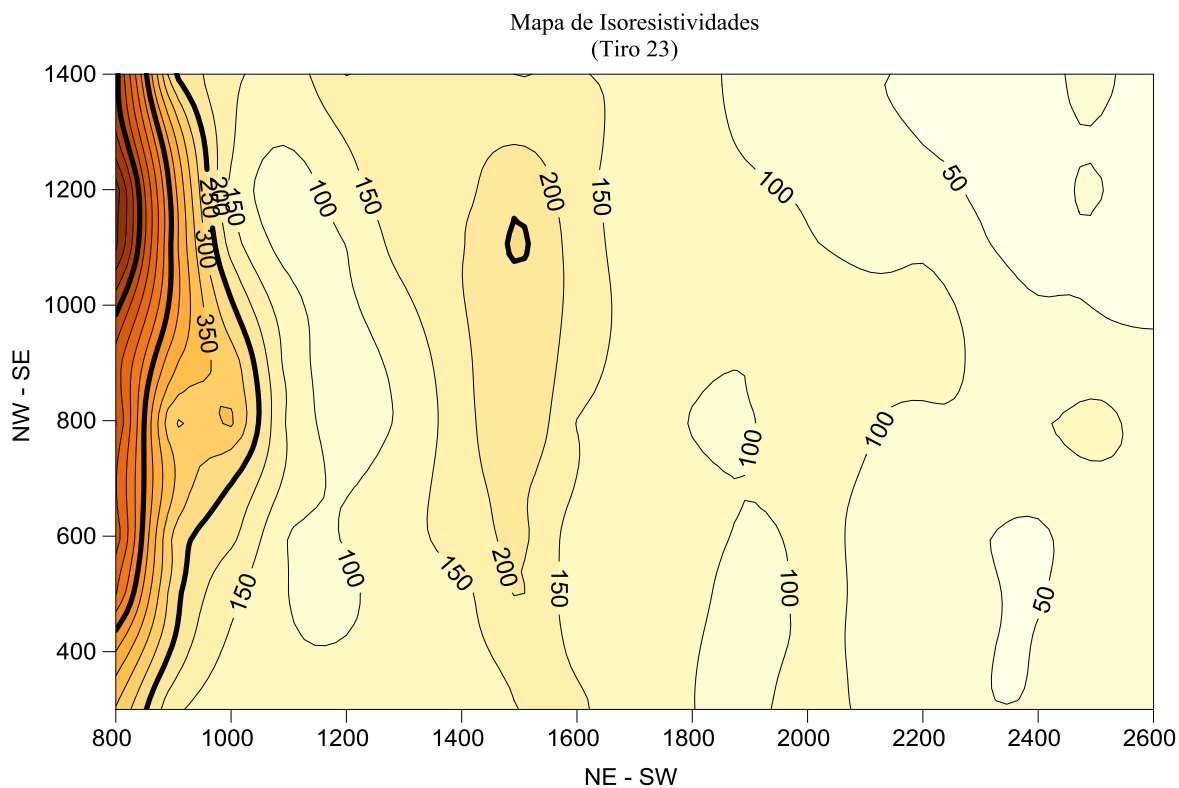


Figura 99. Mapa Comportamento Tiro 23 (Tx2.23, Tx3.23, Tx4.23 e Tx5.23)

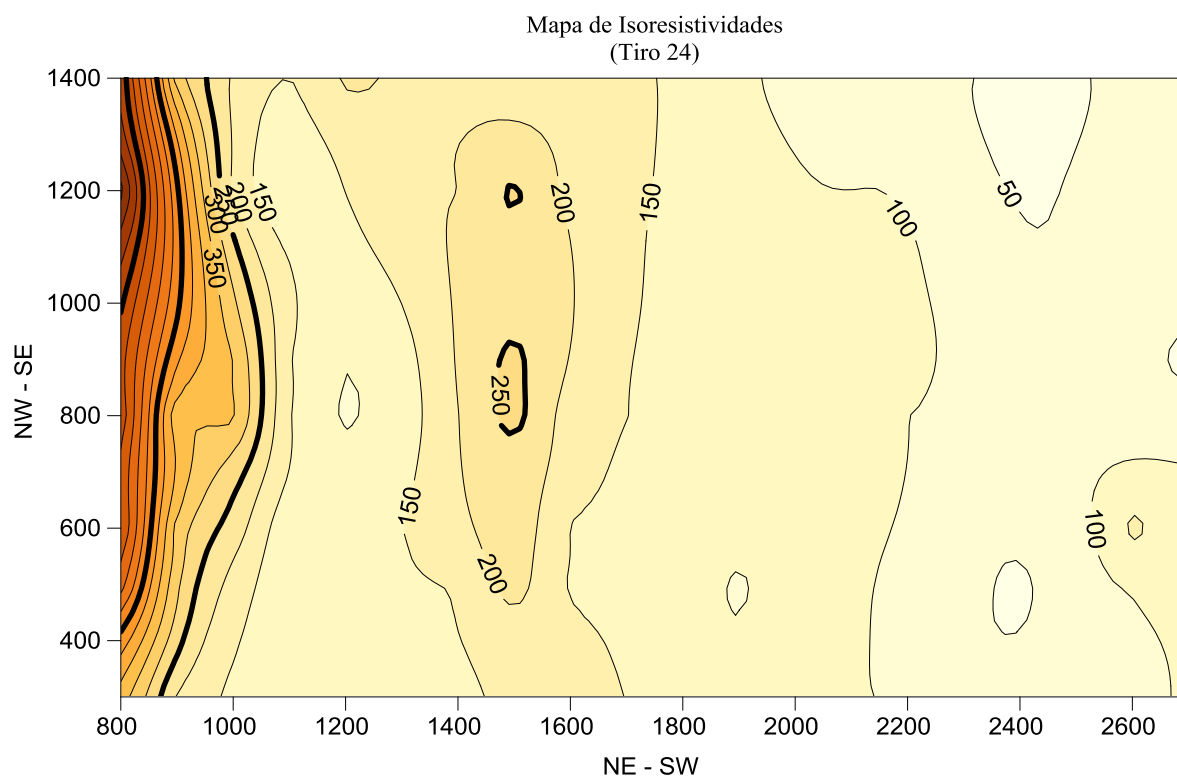


Figura 100. Mapa Comportamento Tiro 24 (Tx2.24, Tx3.24, Tx4.24 e Tx5.24)